

2025

SCIENTIFIC

Progress & Innovations



Vol. 28
Nº3



Scientific Progress & Innovations

УДК 001

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

Засновник, редакція, видавець:

Полтавський державний аграрний університет.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
державного реєстру видавців, виготовлювачів і
розповсюджувачів видавничої продукції:

Серія ДК № 7933 від 13.09.2023 року

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого
засобу масової інформації:

Серія КВ № 25459-15399 ПР від 09.03.2023 року

Рік заснування: 1998

Мова видання:

українська, англійська

Рекомендовано до друку та поширення через мережу
Інтернет Вченою радою Полтавського державного
аграрного університету
(протокол № 1 від 23 вересня 2025 року)

**Рішення Національної ради України
з питань телебачення і радіомовлення № 1554**

Ідентифікатор медіа – R30-03924

**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:

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

© Полтавський державний аграрний університет

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. 1 of September 23, 2025)

**Decision of the National Council
of Television and Radio Broadcasting of Ukraine No. 1554**

Media identifier – R30-03924

**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:

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

© Poltava State Agrarian University

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

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

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Голова Редакційної ради

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

Головний редактор

О. О. ГОРБ, к. с.-г. наук, (Україна)

Заступники голови Редакційної ради

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

Т. О. ЧАЙКА, к. екон. наук (Україна)

Заступник головного редактора

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

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

Редакційна колегія з галузі СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО:

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

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

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

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

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

Н. М. ОПАРА, к. с.-г. наук, (Україна)

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

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

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

М. РАЙФУР, док. габ. (Польща)

Т. П. РОМАШКО, к. хім. наук (Україна)

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

А. М. ШОСТЯ, д. с.-г. наук, (Україна)

Редакційна колегія з галузі ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА:

А. А. АНТИПОВ, к. вет. наук (Україна)

В. П. БЕРДНИК, д. вет. н. (Україна)

О. О. БОЙКО, к. біол. наук (Україна)

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

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

Б. П. КИРИЧКО, д. вет. н. (Україна)

Л. М. КОРЧАН, к. вет. наук (Україна)

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

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

С. М. КУЛИНИЧ, д. вет. н. (Україна)

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

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

О. Б. ПРИЙМА, к. вет. наук (Україна)

Редакційна колегія з галузі ТЕХНІЧНІ НАУКИ:

О. В. ГОРИК, д. тех. наук (Україна)

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

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

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

В. М. САКАЛО, к. тех. наук (Україна)

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

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

Члени Ради почесних членів:

А. БРЗОЗОВСКА, д. екон. наук (Польща)

З. ДАЦКО-ПІКІЄВІЧ, док. габ. (Польща)

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

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

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

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

Автор несе відповідальність за фактичний виклад матеріалу.

SCIENTIFIC JOURNAL

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

EDITORIAL BOARD

Chief of Editorial Council

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

Editor-in-chief

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

Deputy Head of Editorial Council

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

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

Deputy Chief Editor

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

MEMBERS OF THE EDITORIAL COUNCIL

Editorial board in the field of AGRICULTURE:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

M. RAJFUR, Dr. hab. (Poland)

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

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

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

Editorial Board in the field of VETERINARY MEDICINE:

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

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

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

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

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

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

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

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

Editorial Board in the field of TECHNICAL SCIENCES:

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

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

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

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

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

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

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

Members of Council:

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

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

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

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

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

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

The author is responsible for the factual account of material.

<i>Сільське господарство. Рослинництво</i>	<i>6</i>	<i>Agriculture. Plant growing</i>
Бараболя О. В., Яновський Р. О. Вплив строків сівби та норм висіви на врожайність і показники якості зерна пшениці м'якої озимої за кліматичних змін в умовах Північного Степу України	6	Barabolia O., Yanovskyi R. The impact of sowing dates and seeding rates on the yield and grain quality of winter bread wheat under climate change conditions in the Northern Steppe of Ukraine
Тирус М. Л., Лихочвор В. В., Косилович Г. О. Ефективність захисту посівів амаранту від хвороб грибової етіології	14	Tyrus M., Lykhochvor V., Kosylovych H. Effectiveness of protecting amaranth crops from fungal diseases
Єремко Л. С., Кирлиця А. О. Вплив біо- та мінеральних добрив на урожайність зерна кукурудзи	19	Yeremko L., Kyrlytsia A. The effect of bio- and mineral fertilizers on corn grain yield
Шуляченко В. А. Вплив хімічних і біологічних препаратів на розвиток хвороб нуту (<i>Cicer arietinum</i> L.) в умовах Лісостепу України	25	Shuleshenko V. The effect of chemical and biological agents on chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) disease development in the Forest-Steppe of Ukraine
Овсяник О. О., Маренич М. М. Формування урожайності конопель посівних (<i>Cannabis sativa</i> L.) залежно від забур'яненості посівів	32	Ovsianyk O., Marenych M. The formation of hemp (<i>Cannabis sativa</i> L.) yield capacity depending on the sown areas weed infestation
Бараболя О. В., Євлаш В. В. Сортова оптимізація пшениці озимої для підвищення урожайності та покращення якості зерна в умовах Лівобережного Лісостепу України	37	Barabolia O., Yevlash V. Varietal optimization of winter wheat for increasing yield and improving grain quality under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine
Білик О. М., Писаренко В. М., Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П. Моніторинг колекції дендрологічного парку «Устимівський» з метою виявлення шкодоцинних об'єктів	45	Bilyk O., Pysarenko V., Pospelova G., Kovalenko N. Monitoring the collection of the Ustimivsky Dendrological Park for detection of harmful agents
Дорошенко В. П., Оніпко В. В. Технології Strip-Till і Verti-Till у контексті мінімізації обробітку ґрунту	51	Doroshenko V., Onipko V. Strip-Till and Verti-Till Technologies in the context of soil tillage minimization
Мушинський А. А., Оніпко В. В. Агробіологічна оцінка строків і способів сівби кукурудзи на зерно	56	Mushinsky A., Onipko V. Agrobiological evaluation of sowing dates and techniques for grain corn
Білявська Л. Г., Діянова А. О., Горбатенко В. С. Насіннева продуктивність перспективних зразків сої за господарськими показниками в стресових умовах Лісостепу України	63	Biliavska L., Diyanova A., Horbatenko V. Seed productivity of promising soybean samples according to economic indicators under stressful conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine
Самородов В. М., Поспелов С. В. Особливості активності аглутинінів у жіночих і чоловічих рослинах гінкго дволопатевого (<i>Ginkgo biloba</i> L.)	69	Samorodov V., Pospelov S. The peculiarities of agglutinins' activity in male and female plants of Ginkgo biloba (<i>Ginkgo biloba</i> L.)
Мищенко О. В., Пономаренко Ю. О. Сучасні інноваційно-інтенсивні технології у розвитку аграрного сектору України	74	Mishchenko O., Ponomarenko Y. Modern innovation-intensive technologies in the development of Ukraine's agricultural sector
Оніпко В. В., Поспелов С. В., Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П. Біологічні механізми інвазійності <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. та інноваційні підходи контролю	79	Onipko V., Pospelov S., Pospelova H., Kovalenko N. Biological mechanisms of invasiveness of <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. and innovative control approaches
Коваленко Н. П., Поспелова Г. Д., Писаренко В. М., Гіболенко І. В. Ясенева смарагдова вузькотіла златка (<i>Agrilus planipennis</i>) як потенційно небезпечний карантинний шкідник дендрофлори України	85	Kovalenko N., Pospelova G., Pysarenko V., Hibolenko I. Emerald ash borer (<i>Agrilus planipennis</i>) as a potentially dangerous quarantine pest of Ukraine's dendroflora
Романко В. О., Дудинська А. Т. Акарицидна дія фтористого сульфурилу	91	Romanko V., Dudynska A. Acaricidal effect of sulfuryl fluoride
Кравченко В. С., Полторецька Н. М., Кононенко Л. М., Вишневська Л. В., Климович Н. М. Різноманітність насіння, оцінка фракційного складу та маси тисячі насінин сої залежно від сортового складу	98	Kravchenko V., Poltoretska N., Kononenko L., Vyshnevskaya L., Klymovych N. Seed heterogeneity, fractional composition and thousand seed weight of soybean depending on varietal composition
Дудка Р. О., Оніпко В. В. Урожайність і якість пшениці озимої залежно від строків і способів сівби: огляд світового та вітчизняного досвіду	103	Dudka R., Onipko V. Yield and quality of winter bread wheat depending on sowing dates and methods: a review of global and domestic experience
Кадхем В. А., Хусейн К. А., Абуд А. Х. Вплив спалювання рослинних залишків на показники кількості мікоризних грибів у ґрунті, активності уреаз та процесу проростання бобів машу звичайного (<i>Vigna radiata</i> (L.) R.Wilczek)	109	Kadhem W. A., Hussein K. A., Abud, A. H. Impact of burning crop residues on mycorrhizal fungi in soil, urease activity, and mung bean (<i>Vigna radiata</i> (L.) R. Wilczek)
<i>Екологія</i>	<i>116</i>	<i>Ecology</i>
Писаренко В. М., Піщаленко М. А., Скляр С. С., Вовк Є. В. Видовий склад, біоекологічні особливості та динаміка чисельності шкідників багаторічних бобових трав	116	Pysarenko V., Pischalenko M., Skliar S., Vovk E. Species composition, bioecological characteristics, and population dynamics of pests of perennial leguminous grasses
Писаренко В. М., Піщаленко М. А., Кріпак А. В., Логвиненко В. В., Голтвянська Т. О. Агроєкологічні особливості комплексу багатодітних шкідників агроценозів пшениці	121	Pysarenko V., Pischalenko M., Kripak A., Lohvynenko V., Holtvianysia T. Agroecological characteristics of the polyphagous pest complex in wheat agroecosystems
<i>Сільське господарство. Тваринництво</i>	<i>128</i>	<i>Agriculture. Animal breeding</i>
Меженський Г. В., Усенко С. О., Кузьменко Л. М., Луник Ю. М., Шаферівський Б. С., Ільченко М. О., Бабко А. С., Щоткевич Ю. І. Ефективність двофазового дорощування поросят після рідкої годівлі в підсисний період	128	Mezhensky G., Usenko S., Kuzmenko L., Lunyk Yu., Shaferivskiy B., Ichenko M., Babko A., Shchotkevych Yu. Effectiveness of two-phase growing of piglets after liquid feeding in the feeding period
Ващенко П. А., Слинько В. Г., Шаферівський Б. С., Мироненко О. І., Фесенко О. Г. Роль козівництва у забезпеченні продовольчої безпеки в умовах кліматичних змін	140	Vashchenko P., Slynko V., Shaferivskiy B., Myronenko O., Fesenko O. The role of goat farming in ensuring food security in the context of climate change
Шостя А. М., Шпірна І. Г. Вплив тривалості попередньої лактації на відтворювальні якості свиноматок великої білої та ландрас порід за чистопородного їх розведення	146	Shostya A., Shpirna I. Influence of previous lactation duration on the reproductive performance of Large White and Landrace sows under purebred breeding
Садовий А. А., Герасимчук В. М., Лихач В. Я., Усенко С. О., Шостя А. М., Зламанюк Л. М., Чепіль Л. В., Кузьменко Л. М., Щербатюк Н. В., Маховий О. Г. Оптимізація мікроклімату приміщень у літній період за допомогою системи випарного охолодження та його вплив на фізіологічний стан та продуктивність свиноматок і поросят	157	Sadovyi A., Herasymchuk V., Lykhach V., Usenko S., Shostia A., Zlamanyuk L., Chepil L., Kuzmenko L., Shcherbatiuk N., Makhovyi O. Optimization of the microclimate of premises in the summer period using an evaporative cooling system and its effect on the physiological condition and productivity of pigs and piglets
Карбан Ю. В., Шостя А. М. Якість молока і сиру від кіз української та литовської селекції	167	Karban Y., Shostya A. The quality of milk and cheese from goats of Ukrainian and Lithuanian breeding

Ветеринарна медицина	175	Veterinary medicine
Котелевич В. А., Пінський О. В., Гуральська С. В., Гончаренко В. В., Буднік Т. С. Ветеринарно-санітарна оцінка якості та безпечності продовольчої сировини і харчових продуктів в Житомирській області у 2024 році	175	Kotelevych V., Pinsky O., Huralska S., Honcharenko V., Budnik T. Veterinary and sanitary assessment of the quality and safety of food raw materials and products in the Zhytomyr region, 2024
Панасова Т. Г., Киричко Б. П. Особливості лікування молочних корів за субклінічного ендометриту	181	Panasova T., Kyrychko B. The peculiarities of dairy cows' treatment for subclinical endometritis
Ковальчук О. О., Томчук В. А., Данчук В. О., Карповський В. В., Карповський П. В., Мельничук В. В. Вуглеводнево-ліпідний обмін в організмі поросят за дії наносполук феруму та германію	187	Kovalchuk O., Tomchuk V., Danchuk V., Karpovskiy V., Karpovskiy P., Melnychuk V. Carbohydrate-lipid metabolism in piglets exposed to iron and germanium nano-compounds
Петруненко А. П. Випробування акарицидної активності сучасних хімічних засобів відносно імаго кліщів <i>Dermanyssus gallinae</i> у лабораторних умовах	193	Petrnenko A. Testing the acaricidal activity of modern chemical agents against <i>Dermanyssus gallinae</i> mites in laboratory conditions
Корчан Л. М., Корчан М. І. Підвищення якості і ефективності зажиттєвого кількісного гельмінтоларвоскопічного дослідження дрібної рогатої худоби на наявність легеневих нематодозів	198	Korchan L., Korchan M. Raising the quality and effectiveness of lifetime quantitative helminthic and larvoscopy examination of small ruminants for the presence of lung nematodoses
Вус У. М., Гутій Б. В., Сачук Р. М., Кушнір В. І. Вивчення токсичності препарату "Девівіт Карнітин" за тривалого внутрішньошлункового застосування	205	Vus U., Gutij B., Sachuk R., Kushnir V. Study of the toxicity of the drug "Devivit Carnitine" during prolonged intragastric administration
Бучковська Г. А., Віщур О. І., Мельничук В. В., Чечет О. М., Горбатюк О. І., Рубленко І. О., Піщанський О. В., Баланчук Л. В., Жовнір О. М. Ідентифікація <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , виділених від перепелів, та відбір перспективних штамів за основними типовими властивостями	210	Buchkovska H., Vishchur O., Melnychuk V., Chechet O., Gorbatiuk O., Rublenko I., Pishchanskyi O., Balanchuk L., Zhovnir O. Identification of <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> isolated from quails and selection of promising strains based on the main typical properties
Киричко Б.П., Дмитренко Н. І., Шепель К. Ю., Панасова Т. Г. Порівняльна ефективність методів лікування собак, хворих на підермію	217	Kyrychko B., Dmytrenko N., Shepel K., Panasova T. Comparative effectiveness of treatment methods for dogs suffering from pyoderma
Козачок В. В., Яценко І. В. Загальні організаційні положення з питань призначення та проведення судово-ветеринарної експертизи за ушкоджень тварин гострими знаряддями	222	Kozachok V., Yatsenko I. General organizational provisions concerning the set and conduct of forensic veterinary expert examinations in case of animal injuries inflicted with sharp-pointed instruments
Калюжний Н. В., Кручиненко О. В. Поширення бабезіозу собак та фактори ризику у місті Полтава, Україна	234	Kaliuzhnyi N., Kruchynenko O. The spread of canine babesiosis and risk factors in the city of Poltava, Ukraine.
Кот Т. Ф., Гуральська С. В., Сокульський І. М., Зайка С. С., Ковальчук Ю. В., Гришук Г. П., Євтух Л. Г. Сучасні методи візуалізації у вивченні та діагностиці захворювань молочних залоз тварин	239	Kot T., Huralska S., Sokulskiy I., Zaika S., Kovalchuk Yu., Gryshchuk G., Yevtukh L. Modern methods of visualization in the study and diagnostics of animal mammary glands diseases
Первий А. О., Євстаф'єва В. О. Зміни біохімічних показників сироватки крові у інвазованих токскарами котів за різних показників інтенсивності інвазії	245	Perviy A., Yevstafieva V. Changes in blood serum biochemical indicators in toxocares infested cats with different indicators of invasion intensity
Білий Д. Д., Скляров П. М., Масюк Д. М., Самойлюк В. В., Лещова М. О., Вакулик В. В., Маслюк С. М. Аналітична оцінка схем знеболювання за стоматологічних хвороб у собак	250	Bilyi D., Skliarov P., Masiuk D., Samoiliuk V., Lieschova M., Vakulik V., Masliuk S. Analytical evaluation of anesthesia regimens for dental diseases in dogs
Супруненко К. В., Дмитренко Н. І., Карішева Л. П., Слинько В. Г. Вплив внутрішньом'язового введення препарату «Тривіт» на вміст білків у сироватці крові кобил за дефіциту у раціоні поживних нутрієнтів	256	Suprunenko K., Dmytrenko N., Karysheva L., Slynko V. The effect of intramuscular administration of "Tryvit" preparation on protein content in the blood serum of mares in case of nutrients' deficit in the ration
Нікітан А. Д. Діагностична ефективність проведення пасивної флотації при дипілідіозі собак	262	Nikitan A. Diagnostic effectiveness of conducting passive flotation in case of canine dipylidiasis
Кручиненко О. В., Замазій А. А., Петренко М. О., Лавріненко І. В., Хиль А. М. Порівняння антимікробної активності рослинних настоянок та хімічних дезінфікуючих засобів	267	Kruchynenko O., Zamazyi A., Petrenko M., Lavrinenko I., Khyli A. Comparison of antimicrobial activity of plant tinctures and chemical disinfectants
Рудяшко В. С. Поширення поєднаної патології печінки і нирок у собак в місті Полтава	272	Rudyashko V. Spread of combined liver and kidney pathology in dogs in the city of Poltava
Дмитренко Н. І., Канівець Н. С., Кравченко С. О., Карішева Л. П., Зарицький С. М., Дев'ятко О. С. Діагностика дерматитів та застосування препаратів на рослинній основі у лікуванні собак	277	Dmytrenko N., Kanivets N., Kravchenko S., Karysheva L., Zarytskyi S., Deviatko O. Diagnostics of dermatites and use of plant-based preparations in the treatment of dogs
Криворученко Д. О. Зміни в сироватці крові інвазованих собак за різнокомпонентних мікстинвазій	285	Kryvoruchenko D. Changes in the blood serum of dogs infested with different components' mixed invasions
Киричко Б. П., Шепель К. Ю. Особливості анестезіологічного забезпечення й техніки хірургічних втручань у щурів	290	Kyrychko B., Shepel K. Peculiarities of anesthetic provision and techniques of surgical interventions in rats
Аль-Масуді Х. Н. Антиоксидантні властивості L-карнітину за умови експериментального токсичного ураження кролів ацетамінофеном (парацетамолом)	295	Al-Masoudy H. N. Antioxidant effect of L-carnitine on experimentally induced acute toxic lesion of rabbits with Acetaminophen (paracetamol)
Климаєв А. Р. Біохімічні показники сироватки крові корів за наявності гнійних уражень в ділянці пальця	300	Klymas A. Biochemical indicators of cows' blood serum at lesions in the hoof area
Махді Х. Т. Протективні властивості спиртового екстракту листя <i>Moringa oleifera</i> за умови експериментального токсикозу щурів хлоридом алюмінію	305	Mahdi H. T. Protective efficacy of ethanolic <i>Moringa oleifera</i> leaf extract against aluminum chloride-induced toxicity in male rats
Делейчук О. П., Кравченко С. О. Поширення патології печінки та нирок у котів у м. Полтава	311	Deleichuk O., Kravchenko S. Spread of kidney and liver pathology in cats in the city of Poltava
Євстаф'єва В. О., Коляка М. А., Мельничук В. В., Канівець Н. С. Ефективність зажиттєвої копрооскопії при лабораторній діагностиці нематодозів травного тракту курей	315	Yevstafieva V., Koliaka M., Melnychuk V., Kanivets N. Efficacy of lifetime coproovoscopy at laboratory diagnostics of the digestive tract nematodoses of chickens
Аль-Нуаймі А. Дж., Махді З. С., Рахі Т. С., Імамз Н. А. А., Джавад М. Н. Вплив бісфенолу на гематологічні показники та концентрацію репродуктивних гормонів у самців кролів місцевих порід	320	Al-Nuaimi, A. J., Mahdi, Z. S., Rahi, T. S., T., Imams, N. A. A., & Jawad, M. N. The effect of bisphenol on blood parameters and reproductive physiology status in male local breed rabbits
Передера Р. В., Арістова О. В. Лікування окремих хірургічних випадків у коней в умовах кінно-спортивного комплексу Ірландії	324	Peredera R., Aristova O. Treatment of separate surgical cases in horses in the conditions of horse sports complex of Ireland
Мельничук В. В., Гаврик Б. А. Ефективність способу виготовлення мікропрепаратів з білх <i>Ctenocephalides felis</i> , що паразитують у котів	331	Melnichuk V., Havryk B. The efficacy of the method for producing micro-preparations from <i>Ctenocephalides felis</i> fleas, which parasitize on cats
Технічні науки	236	Technical sciences
Хвостенко Д. В., Горбенко О. В. Вплив конструктивних параметрів приводу комбайна на продуктивність збирання зерна кукурудзи	236	Khvostenko D., Gorbenko O. The influence of combine drive design parameters on corn grain harvesting efficiency

The impact of sowing dates and seeding rates on the yield and grain quality of winter bread wheat under climate change conditions in the Northern Steppe of Ukraine

O. Barabolia✉ | R. Yanovskyi

Article info

Correspondence Author

O. Barabolia

E-mail:

olga.barabolia@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Barabolia, O., & Yanovskyi, R. (2025). The impact of sowing dates and seeding rates on the yield and grain quality of winter bread wheat under climate change conditions in the Northern Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 6–13. doi: 10.31210/spi2025.28.03.01

Winter bread wheat is one of the key grain crops, ensuring food security and economic stability in many countries. The high yield and grain quality of this crop are crucial for the food industry and its export potential. These characteristics are formed under the influence of multiple factors, among which sowing dates, seeding rates, and weather conditions play a significant role. This study aims to determine the impact of sowing dates and seeding rates on the yield and grain quality indicators of winter soft wheat under climate change conditions. The research was conducted from 2022 to 2024 in the agro-climatic conditions of the Northern Steppe of Ukraine. The study is focused on Ukrainian-bred winter soft wheat varieties: Perepilka Odeska, Mudrist Odeska, and Shchedrist Odeska. The analysis of climatic conditions revealed their variability, which significantly influenced the organogenesis of winter wheat. In 2024, the spring-summer temperature gradient, combined with insufficient moisture, was a particularly critical factor. Under more favorable weather conditions in 2023, the grain yield of all studied varieties was higher than in 2024, reaching a maximum of 9.85–9.92 t ha⁻¹ with sowing on September 10 at a seeding rate of 3 million seeds/ha. The tillering coefficient of plants in 2023 was higher due to better moisture availability during the spring period, whereas in 2024, the increased average monthly temperatures and low precipitation in April and May led to a reduction in the tillering coefficient by 0.1–0.4 units compared to the previous year. It was found that the most favorable sowing dates for achieving an optimal tillering coefficient were September 20 (seeding rate of 4 million seeds/ha) and September 10 (3 million seeds ha⁻¹). The number of productive stems remained relatively stable across both years, ranging between 8.0–8.8 million/ha at optimal sowing dates (September 10–20). Grain moisture during the study years was within the standard range (10.2–11.8 %) but decreased from early to later sowing dates while increasing with higher seeding rates. The test weight of the grain did not show significant changes due to weather conditions, remaining within 735–782 g L⁻¹, but was influenced by sowing dates and seeding rates. The highest test weight was observed for August 15 sowing with a seeding rate of 1 million seeds/ha (≥ 775 g L⁻¹, Grade 1 grain) and September 30 with 5 million seeds/ha (750–775 g L⁻¹, Grade 2 grain). The thousand-kernel weight remained relatively stable, fluctuating between 33–42 g, and decreased as the seeding rate increased.

Keywords: hydrothermal index, tillering coefficient, productive stems, grain moisture, thousand-kernel weight, test weight.

Вплив строків сівби та норм висіву на врожайність і показники якості зерна пшениці м'якої озимої за кліматичних змін в умовах Північного Степу України

О. В. Бараболя | Р. О. Яновський

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Пшениця м'яка озима є однією з ключових зернових культур, що забезпечує продовольчу безпеку та економічну стабільність багатьох країн. Висока врожайність та якісні показники зерна цієї культури мають вирішальне значення для харчової промисловості та експорту. Ці показники формуються під впливом комплексу факторів, серед яких важливе місце займають строки сівби, норма висіву та погодні умови. Мета дослідження полягає у визначенні впливу строків сівби та норм висіву на врожайність і показники якості зерна пшениці м'якої озимої в умовах кліматичних змін. Дослідження проведені впродовж 2022–2024 років в агрокліматичних умовах північного Степу України. Об'єкт дослідження – сорти пшениці м'якої озимої української селекції: Перепілка Одеська, Мудрість Одеська та Щедристь Одеська. Результати аналізу кліматичних умов виявили його неоднорідність, що суттєво впливало на процеси органогенезу пшениці озимої. Особливо критичним фактором виступав весняно-літній температурний градієнт 2024 року за недостатнього зволоження. За більш сприятливих погодних умов 2023 року врожайність зерна пшениці всіх дослідних сортів була вище за 2024 рік, а максимальний її рівень складав 9,85–9,92 т/га з сівбою 10 вересня та нормою висіву 3 млн/га. Ступінь кушення рослин у 2023 році була вищою у зв'язку з більш сприятливими умовами зволоження у весняний період, тоді як у 2024 році через високу середньомісячну температуру та низьку кількість опадів у квітні та травні відбулося зниження ступеня кушення на 0,1–0,4 одиниць порівняно з попереднім роком. Виявлено, що найбільш сприятливими строками сівби для отримання оптимального коефіцієнта кушення є 20 вересня (висів 4 млн шт./га) та 10 вересня (3 млн шт./га). Ступінь продуктивних стебел в обох роках залишався відносно стабільним, демонструючи значення у межах 8,0–8,8 млн/га при оптимальних строках сівби (10–20 вересня). Вологість зерна впродовж років дослідження знаходилась в межах норми (10,2–11,8 %), але зменшувалась від ранніх строків до більш пізніх за одночасного збільшення норми висіву. Натура зерна не зазнала критичних змін через погодні умови та знаходилась в межах 735–782 г/л, але на неї вплинули строки сівби та норми висіву. Найвищі значення натури спостерігались у варіанті з сівбою 15 серпня при нормі висіву 1 млн шт./га (від 775 г/л, 1 клас зерна) та 30 вересня з нормою висіву 5 млн шт./га (750–775 г/л, 2 клас). Маса 1000 зерен залишалася відносно стабільною, змінюючись у межах 33–42 г, та зменшувалась зі збільшенням норми висіву.

Ключові слова: гідротермічний показник, ступінь кушення, ступінь продуктивних стебел, вологість, маса 1000 зерен, натура зерна.

Бібліографічний опис для цитування: Бараболя О. В. Яновський Р. О. Вплив строків сівби та норм висіву на врожайність і показники якості зерна пшениці м'якої озимої за кліматичних змін в умовах Північного Степу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 6–13.

Вступ

Пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.) є однією з найважливіших продовольчих культур у світовому агропромисловому комплексі [1, 2]. Вона забезпечує значну частину валового виробництва зерна, має стабільний попит на внутрішньому та зовнішньому ринках і виступає основою для виготовлення хлібобулочних виробів, макаронної продукції й інших харчових продуктів. Її висока енергетична цінність і добрі хлібопекарські властивості роблять цю культуру незамінною в раціоні населення [3].

Вирощування пшениці м'якої озимої особливо актуальне для України, де сприятливі ґрунтово-кліматичні умови дають змогу отримувати високі врожаї за належного дотримання агротехнологій [4, 5]. Крім того, озима форма забезпечує кращу адаптацію до кліматичних викликів, зокрема до весняної посухи та нестабільних температур [6]. У зв'язку зі зміною клімату та зростанням ризиків для продовольчої безпеки, підвищення урожайності, якості зерна та стійкості сортів до хвороб і шкідників стає пріоритетним завданням сучасної аграрної науки й практики [7].

В умовах сучасних кліматичних змін, що характеризуються підвищенням температур та нерівномірністю опадів, агротехнічні заходи, такі як строки сівби та норми висіву, набувають особливої актуальності. Оптимізація цих параметрів дозволяє адаптувати технології вирощування до нових кліматичних умов, забезпечуючи стабільну врожайність та високу якість зерна [8–10].

У системі агротехнічних заходів, спрямованих на вирощування пшениці озимої, визначення оптимального строку сівби є одним з ключових елементів. Відповідний термін сівби забезпечує формування сприятливих умов для росту та розвитку рослин в осінній період. Вибір терміну сівби детермінується комплексом біологічних особливостей сорту, кліматичних та метеорологічних умов, запасів ґрунтової вологи та типом ґрунту [11].

Дослідження показують, що відхилення від оптимальних строків сівби може суттєво впливати на врожайність пшениці озимої. Зокрема, запізнення з сівбою в умовах Полісся на 10–30 днів призводить до зниження врожайності зерна на 8,4–28,7 % порівняно з сівбою 10 вересня [12]. За даними [13] зміщення строку сівби в умовах Центрального Лісостепу з 25 вересня до 15 жовтня призвело до зниження середньої врожайності культури. Крім того, строки сівби впливають на якісні показники зерна, такі як натура, вологість і маса 1000 зерен. Встановлено, що відхилення строків сівби від оптимальних, як у бік ранніх (5 вересня), так і пізніх (5 жовтня), призводить до зниження рівня врожайності зерна [14].

Норми висіву також відіграють важливу роль у формуванні врожайності й якості зерна [15]. Дослідження показали, що оптимізація норм висіву залежно від строків сівби та попередників може підвищити продуктивність пшениці озимої [16]. Результати досліджень [17], проведених в умовах Правобережного Лісостепу, показали, що оптимальна норма висіву 5 млн/га забезпечує найвищу

врожайність пшениці м'якої озимої (5,53 т/га). Відзначено, що збільшення норми висіву з 3 до 4–5 млн/га призводило до зростання натури зерна на 4–5 %. Проте, подальше збільшення норми висіву до 6–8 млн/га спричиняло зниження натури зерна на 2–5 % порівняно з оптимальною нормою 4–5 млн/га.

Варіативність строків сівби, обумовлена нормами висіву та річними кліматичними особливостями [18], призводить до того, що озимі культури входять у період зимового спокою на різних стадіях онтогенезу. Це, в свою чергу, зумовлює диференційований вплив біотичних й абіотичних факторів, що суттєво відображається на динаміці росту, розвитку та, як наслідок, продуктивності. Максимальна врожайність досягається при дотриманні оптимальних строків сівби, визначених з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, сортових характеристик, агротехнічних заходів і метеорологічних умов передпосівного періоду [12, 19]. Зважаючи на сортову специфіку біологічних особливостей, агротехнічні заходи повинні бути адаптовані до кожного сорту окремо [20].

Мета дослідження

Мета дослідження – визначення впливу строків сівби та норм висіву на врожайність та якісні показники зерна пшениці м'якої озимої в умовах кліматичних змін.

Завдання дослідження:

- проаналізувати кліматичні умови вирощування пшениці м'якої озимої дослідних сортів з використанням гідротермічного показника;
- дослідити вплив строків сівби та норм висіву за різних кліматичних умов років дослідження на ступінь кушення, ступінь продуктивних стебел і врожайність дослідних сортів пшениці озимої;
- проаналізувати показники якості зерна пшениці дослідних сортів за роки досліджень з урахуванням строків сівби, норм висіву та кліматичних умов;
- навести рекомендації щодо поліпшення агротехнологій і систем удобрення для забезпечення потенційної врожайності та якості зерна пшениці за несприятливих погодних умов.

Матеріали і методи

У 2022–2024 роках на дослідному полі СФГ «Любава» (Кіровоградська область, Олександрійський район, смт Петрове), що знаходиться в північному Степу України, було проведено польові дослідження. Ґрунти представлені середньогумусними чорноземами звичайними, які характеризуються високим вмістом азоту та дуже високими запасами фосфору і калію. Природна родючість ґрунту оцінюється в межах 80–87 балів.

У ході експерименту використовували методичні підходи дослідної справи, з урахуванням рекомендацій щодо вирощування пшениці озимої [21]. Для проведення дослідів застосовували традиційну агротехніку, що відповідає особливостям даної агрокліматичної зони. Посів виконували рядковим способом із міжряддями 15 см, висіваючи насіння в нормах

від 1,0 до 6,0 млн схожих насінин на гектар у такі строки: 15 і 30 серпня; 10, 20 і 30 вересня; 10 жовтня. Попередником для культури виступав озимий ріпак. Дослідні ділянки розподілялись за розмірами: посівна площа – 80 м², облікова – 50 м². Внесення добрив здійснювали за схемою N₁₂₃P₁₆K₁₆S₂₄.

Для захисту рослин застосовували комплексну систему обробки:

- восени: гербіциди Гроділ Максї (0,1 л/га) і Зенкор Ліквід (0,15 л/га);
- весняний період (двічі): Імпут Класік (0,8 л/га) і Децис 100 (0,15 л/га), а також Деларо Форте (1,3 л/га) і Конект (0,5 л/га);
- влітку: фунгіцид Тілмор (1,3 л/га) та інсектицид Конект (0,5 л/га).

Для дослідів обрали три сорти пшениці м'якої озимої української селекції: Перепілка Одеська, Мудрість Одеська та Щедрість Одеська. Перед висівом насіння обробили протруйниками Барітон Супер (1 л/т) у поєднанні з Гаучо Плюс (0,6 л/т) [6].

Розрахунок гідротермічного коефіцієнту виконано за формулою:

$$ГТК = \frac{P}{0,1 \times T},$$

де P – кількість опадів за місяць (мм); T – середньомісячна температура (°C).

Ступінь кушення, ступінь продуктивних стебел і врожайність визначено такими методами:

1. Ступінь кушення – шляхом підрахунку кількості стебел на одну рослину у фазі кушення з використанням

методу польового обліку рослин на облікових ділянках.

2. Ступінь продуктивних стебел розраховано за формулою:

$$ПС = \frac{КС \times ГР}{1000000},$$

де КС – кількість стебел на одну рослину; ГР – густота рослин на одиниці площі (м²).

3. Урожайність визначено під час безпосереднього збирання врожаю з облікових ділянок і перераховано на гектар із коригуванням на стандартну вологість (14 %) та засміченість.

Аналіз якісних характеристик зерна пшениці м'якої озимої здійснювався в лабораторних умовах згідно з вимогами ДСТУ 3768-2019 «Пшениця. Технічні умови» [22]. Обробка отриманих результатів здійснювалася за допомогою статистичних методів із використанням програмного забезпечення Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

Результати сучасних досліджень демонструють, що температурний режим і розподіл опадів протягом вегетаційного періоду є ключовими кліматичними факторами, які визначають рівень врожайності й якісні характеристики зерна озимої пшениці [22, 23].

Характеристика кліматичних умов вирощування пшениці м'якої озимої в умовах Кіровоградської області впродовж 2022–2024 років демонструє складну динаміку впливу метеорологічних чинників на біологічні потреби культури (рис. 1).

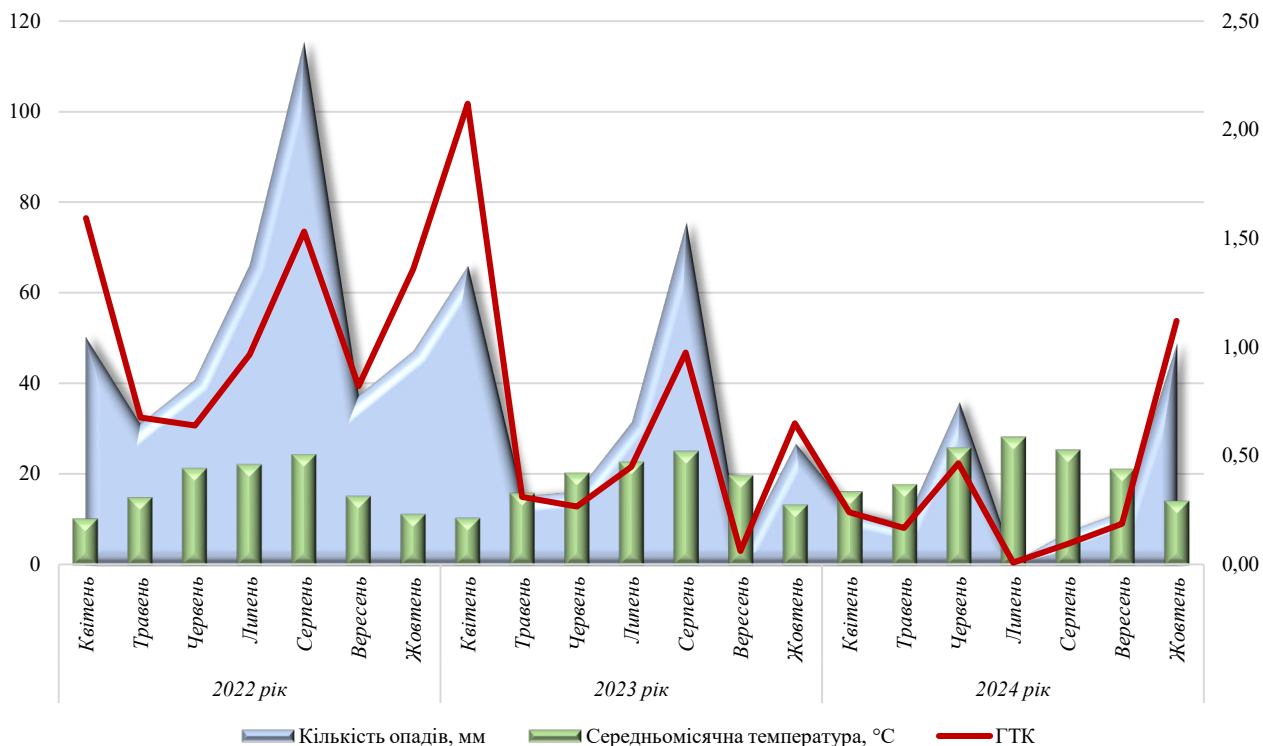


Рис. 1. Динаміка опадів, температури повітря та ГТК упродовж вегетаційного періоду пшениці озимої в умовах смт Петрове Кіровоградської області, 2022–2024 роки

Температурний режим упродовж дослідного періоду характеризується всією неоднорідністю, що суттєво впливало на процеси органогенезу пшениці озимої. Зимовий період мав значне коливання від помірно прохолодних ($-2,3^{\circ}\text{C}$ у січні 2022 року) до м'яких температур ($0,1^{\circ}\text{C}$ у січні 2023 року), що іноді позначалося на перезимівлі культури.

Особливо критичним фактором виступав весняно-літній температурний градієнт. У 2024 році зафіксовано максимальні показники температури повітря ($25,8\text{--}28,1^{\circ}\text{C}$), що створило підвищене навантаження на фізіологічні механізми адаптації рослин, особливо в критичних фазах колосіння та наливу зерна.

Водозабезпеченість посівів, яка характеризується гідротермічним коефіцієнтом (ГТК), демонструє чітку тенденцію до аридизації агроландшафту. Якщо у 2022 році показники ГТК у критичних місяцях вегетації перебували в межах $1,36\text{--}1,59$ (що відповідає нормі зволоження), то в 2023–2024 роках спостерігається критичне зниження до $0,06\text{--}0,24$.

Найбільш вразливими періодами для пшениці озимої виступають фази кушіння, виходу в трубку та наливу зерна. Таким чином, у 2024 році зафіксовано екстремально низький показник ГТК у ліпні – $0,01$, що практично унеможливило нормальний процес формування врожаю.

Таблиця 1

Вплив строків та норм висіву на формування продуктивного стеблостою та врожайність пшениці м'якої озимої дослідних сортів, 2023–2024 роки

Сорт	Строк сівби	Норма висіву, млн/га	Ступінь кушіння		Ступінь продуктивних стебел, млн/га		Урожайність, т/га	
			2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.
Перепілка Одеська	15 серпня	1	7,2	6,8	6,6	6,2	6,51	6,14
	30 серпня	2	4,3	3,9	8,3	7,9	9,12	8,64
	10 вересня	3	3,0	2,8	8,8	8,4	9,88	9,39
	20 вересня	4	2,3	2,0	8,4	8,0	9,44	8,95
	30 вересня	5	1,8	1,5	7,9	7,5	8,93	8,48
	10 жовтня	6	1,3	1,1	7,0	6,6	8,44	8,00
Мудрість Одеська	15 серпня	1	7,1	6,8	6,5	6,2	6,52	6,13
	30 серпня	2	4,2	3,9	8,2	7,9	9,14	8,65
	10 вересня	3	3,0	2,8	8,7	8,4	9,85	9,38
	20 вересня	4	2,3	2,0	8,3	8,0	9,45	9,00
	30 вересня	5	1,7	1,5	7,8	7,5	8,94	8,42
	10 жовтня	6	1,2	1,1	6,9	6,6	8,46	7,89
Щедрість Одеська	15 серпня	1	7,2	6,8	6,6	6,2	6,55	6,16
	30 серпня	2	4,3	3,9	8,3	7,9	9,18	8,69
	10 вересня	3	3,0	2,8	8,8	8,4	9,92	9,41
	20 вересня	4	2,4	2,0	8,4	8,0	9,48	8,99
	30 вересня	5	1,8	1,5	7,9	7,5	8,97	8,48
	10 жовтня	6	1,3	1,1	7,0	6,6	8,49	8,00
Середнє	15 серпня	1	7,2	6,8	6,6	6,2	6,53	6,14
	30 серпня	2	4,3	3,9	8,3	7,9	9,15	8,66
	10 вересня	3	3,0	2,8	8,8	8,4	9,88	9,39
	20 вересня	4	2,3	2,0	8,4	8,0	9,46	8,98
	30 вересня	5	1,8	1,5	7,9	7,5	8,95	8,46
	10 жовтня	6	1,3	1,1	7,0	6,6	8,46	7,96

Ступінь кушіння є одним із визначальних факторів формування продуктивності посівів. У 2023 році цей показник коливався в межах $1,2\text{--}7,2$ залежно від строків сівби та сорту пшениці, тоді як у 2024 році він дещо знизився ($1,1\text{--}6,8$). Найбільше зменшення спостерігалось за пізніх строків сівби (жовтень), що пояснюється впливом високих температур у вересні

Кількісні параметри атмосферних опадів підтверджують тренд посилення посушливості. Річна сума опадів зменшилася з $485,2\text{ мм}$ у 2022 році до $303,9\text{ мм}$ у 2024 році, що на 41% менше від середньої багаторічної норми для регіону.

Біологічні особливості сортів Перепілка Одеська, Мудрість Одеська та Щедрість Одеська набувають критичного значення в умовах наросту дефіциту вологи. Їхня адаптивність одночасно залежить від генетичного потенціалу посухостійкості та здатності підтримувати метаболічні процеси в умовах водного стресу.

Протягом вегетаційного періоду проводили спостереження за формуванням ступеня кушіння та кількості продуктивних стебел, що дало змогу оцінити вплив строку сівби та густоти посіву на врожайність за різних кліматичних умов (*табл. 1*). Встановлено, що важливим фактором забезпечення оптимальної густоти продуктивних стебел є здатність пшениці озимої до кушіння. При цьому кількість стебел на одну рослину може значно варіюватися. За загальноприйнятими агротехнічними підходами, продуктивне кушіння у сучасних сортів пшениці зазвичай становить $1,5$ колоса на рослину, а оптимальний коефіцієнт продуктивного кушіння – у межах $2\text{--}3$ [24].

та нестачею вологи в ґрунті, що гальмувало утворення бічних пагонів.

Аналіз даних *таблиці 1* показав, що найбільш сприятливими строками сівби для отримання оптимального коефіцієнта кушіння (в межах $2\text{--}3$) є 20 вересня (за норми висіву $4,0$ млн шт./га) та 10 вересня (за норми $3,0$ млн шт./га).

Щільність посіву суттєво впливає на формування продуктивного стеблостою. За висіву 3,0–4,0 млн шт./га відзначався значно вищий відсоток продуктивних стебел порівняно з надто загущеними посівами. Найкраща польова схожість насіння спостерігалася за норм висіву 3–5 млн шт./га. При збільшенні висіву до 7 млн шт./га простежувалася закономірна тенденція до зниження польової схожості та загальної виживаності рослин незалежно від погодних умов року. Виходячи з цього, як надмірне загущення, так і надмірне зрідження посівів негативно позначалися на продуктивності.

Ступінь продуктивних стебел в обох роках залишався відносно стабільним, демонструючи значення у межах 8,0–8,8 млн/га при оптимальних строках сівби (10–20 вересня). Однак у 2024 році внаслідок меншої кількості опадів у період весняного відростання (березень–квітень) відмічалось деяке зменшення продуктивних стебел. Особливо це стосувалося пізніх строків сівби, де показник знизився до 6,6 млн/га.

Найвищий рівень зернової продуктивності був зафіксований при нормі висіву 4 млн схожих насінин/га [25]. В нашому випадку максимальна кількість продуктивних стебел спостерігалася при сівбі 10 вересня (норма висіву 3,0 млн шт./га): для сорту Перепілка Одеська – 9,39–9,88 т/га; для сорту Мудрість Одеська – 9,38–9,85 т/га;

для сорту Щедрість Одеська – 9,41–9,92 т/га. Найменші показники продуктивності (в середньому 6,14–6,53 т/га) отримано при сівбі 15 серпня за норми 1,0 млн шт./га, що вказує на надмірне зрідження посівів. Водночас, висів 5,0–6,0 млн шт./га призводив до надмірного загущення посівів (6,6–7,9 млн стебел/га), що знижувало продуктивну кущистість (1,0–1,8).

Аналіз показників врожайності дозволив зробити висновок, що сівба за нормою 3,0 млн насінин/га сприяла збереженню та навіть збільшенню врожайності. У середньому прибавка врожаю за такого висіву становила 0,73 т/га у порівнянні з нормою 2,0 млн шт./га. Подальше збільшення густоти посівів спричиняло поступове зниження врожайності у всіх досліджуваних сортів.

Найвищий рівень врожайності продемонстрував у 2023 році сорт Щедрість Одеська (9,92 т/га), дещо нижчі результати показали Перепілка Одеська (9,88 т/га) та Мудрість Одеська (9,85 т/га). У 2024 році через значне підвищення середньорічної температури, зокрема в критичні періоди розвитку пшениці озимої, врожайність зменшилась на 4,8–5,1 %.

Одержане зерно дослідних сортів пшениці м'якої озимої було проаналізовано за такими показниками, як вологість, маса 1000 зерен і натура (*табл. 2*).

Таблиця 2

Вплив строків та норм висіву на якісні показники зерна пшениці озимої дослідних сортів, 2023–2024 роки

Сорт	Строк сівби	Норма висіву, млн/га	Вологість, %		Маса 1000 зерен, г		Натура, г/л	
			2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.
Перепілка Одеська	15 серпня	1	11,8	11,6	42	41	782	780
	30 серпня	2	11,6	11,5	39	37	745	740
	10 вересня	3	11,4	11,3	37	35	740	735
	20 вересня	4	11,1	11,0	36	36	738	735
	30 вересня	5	10,8	10,7	35	34	752	750
	10 жовтня	6	10,3	10,2	34	33	742	740
Мудрість Одеська	15 серпня	1	11,8	11,6	41	40	782	780
	30 серпня	2	11,6	11,5	38	37	745	740
	10 вересня	3	11,4	11,3	36	35	740	735
	20 вересня	4	11,1	11,0	36	36	738	735
	30 вересня	5	10,8	10,7	35	34	752	750
	10 жовтня	6	10,3	10,2	33	32	742	740
Щедрість Одеська	15 серпня	1	11,8	11,6	42	41	782	780
	30 серпня	2	11,6	11,5	39	37	745	740
	10 вересня	3	11,4	11,3	37	35	740	735
	20 вересня	4	11,1	11,0	36	36	738	735
	30 вересня	5	10,8	10,7	35	34	752	750
	10 жовтня	6	10,3	10,2	34	33	742	740
Середнє	15 серпня	1	11,8	11,6	41,7	40,7	782	780
	30 серпня	2	11,6	11,5	38,7	37,0	745	740
	10 вересня	3	11,4	11,3	36,7	35,0	740	735
	20 вересня	4	11,1	11,0	36,0	36,0	738	735
	30 вересня	5	10,8	10,7	35,0	34,0	752	750
	10 жовтня	6	10,3	10,2	33,7	32,7	742	740

Згідно з вимогами ДСТУ 3768:2019 [22], допустимий вміст води в зерні не повинен перевищувати 14 % для всіх класів пшениці. Отримані результати показали, що рівень вологості дослідного зерна знаходиться в межах 10,2–11,8 %, що відповідає нормативним вимогам. Зниження цього показника при вищій нормі висіву пояснюється підвищеною потребою рослин у воді на всіх етапах їхнього росту та розвитку. Вологість зерна у 2024 році була в

середньому на 0,1–0,2 % нижчою, ніж у 2023 році, що зумовлено більш сухими умовами під час збирання врожаю (див. *рис. 1*). У 2023 році цей показник коливався в межах 10,3–11,8 %, а у 2024 році знизився до 10,2–11,6 %, що свідчить про швидше дозрівання зерна та меншу вологість у період жнив.

Вибір оптимального строку сівби має ґрунтуватися на аналізі погодних і кліматичних умов, що забезпечить формування життєздатних рослин,

здатних успішно перезимувати. Наприклад, у 2024 році за сівби 15 та 30 серпня насіння не отримало необхідної кількості вологи, оскільки основні опади припали на першу декаду серпня (до 15 мм). У вересні істотні дощі випали лише 15-го числа (7 мм), а в жовтні – 16-го (17 мм) і 25-го (9 мм), що сприяло кращому розвитку посівів, здійснених 10 і 20 вересня.

Показник маси 1000 зерен є одним із головних критеріїв господарської цінності пшениці, оскільки характеризує розмір і виповненість зерна. У якісного зерна пшениці озимої цей показник зазвичай знаходиться в межах 35–45 г [26].

Найбільша маса 1000 зерен у нашому дослідженні була зафіксована при сівбі 15 серпня та нормі висіву 1,0 млн шт./га для сортів Перепілка Одеська та Щедристь Одеська – 41–42 г, тоді як у сорту Мудрість Одеська за тих самих умов цей показник був на 2,4 % нижчим (40–41 г). Зі збільшенням норми висіву спостерігалось поступове зменшення маси 1000 зерен (*табл. 2*). Так, при нормі висіву 3,0 млн шт./га цей показник становив в середньому 35,0–36,7 г, що трохи менше, ніж при висіві 4,0 млн шт./га, що пояснюється вищою продуктивністю стеблостою (8,4–8,8 та 8,0–8,4 млн шт./га відповідно у 2023–2024 роках, *табл. 2*). Найменша маса 1000 зерен була зафіксована у варіанті з нормою висіву 6,0 млн шт./га – в середньому 32,7–33,7 г, що на 19,5 % менше, ніж при висіві 1,0 млн шт./га, та на 5,7 % менше порівняно з нормою 3,0 млн шт./га.

Одним із найважливіших показників якості зерна є натура, яка відображає його виповненість і вміст поживних речовин, включаючи крохмаль, білки та цукри [27]. Визначення натури здійснюється шляхом встановлення маси певного об'єму зерна (насипної щільності), що також використовується для оцінки його борошномельних властивостей [28].

Дослідні сорти пшениці відносяться до групи м'яких сортів і за показниками натури відповідають таким класам згідно з ДСТУ 3768:2019 [22]:

- 1 клас (натура понад 775 г/л) – у варіанті з сівбою 15 серпня при нормі висіву 1,0 млн шт./га;
- 2 клас (750–775 г/л) – у варіанті сівби 30 вересня з нормою висіву 5,0 млн шт./га;
- 3 клас (730–750 г/л) – у варіантах сівби 30 серпня, 10 і 20 вересня, 10 жовтня при нормах висіву 2,0, 3,0, 4,0 та 6,0 млн шт./га відповідно.

Отже, найвищі значення натури зерна спостерігалися за кращого забезпечення вологою у ранні фази розвитку. Пізні строки сівби мали дещо знижену натуру зерна через скорочений період наливу.

Таким чином, кліматичні зміни, екстремальні погодні явища та впровадження нових сортів змінюють оптимальні терміни сівби пшениці озимої, зміщуючи їх у бік більш пізніх строків. Аналіз результатів показав, що в умовах Кіровоградської області найбільш доцільною є сівба 10 вересня з нормою висіву 3,0 млн шт./га, що забезпечує середню врожайність 9,39–9,88 т/га пшениці 3 класу. Для отримання зерна 2 класу пшеницю м'яку озиму можна висівати 30 вересня за норми 5,0 млн шт./га, що забезпечить середню врожайність 8,46–8,95 т/га.

Враховуючи проведений аналіз і вихідні дані дослідів, для підвищення ефективності системи удобрення та захисту, поліпшення якості зерна пшениці та забезпечення потенційної врожайності, мінімізуючи вплив несприятливих погодних умов, доцільно:

1. Оптимізувати азотне живлення:

- високий рівень азоту в ґрунті дозволяє зменшити весняне підживлення, зосередившись на диференційованому внесенні відповідно до фаз розвитку;

- розподілити внесення азотних добрив на кілька етапів: 30–40 % перед сівбою, 40–50 % у фазу кущення і 10–20 % у фазу виходу в трубку;

- використовувати азотні добрива з інгібіторами нітрифікації для уповільнення втрат азоту.

2. Використовувати мікроелементи та стимуляцію росту [29]:

- включити до системи удобрення бор, цинк і марганець, оскільки вони сприяють стійкості до посухи та підвищують продуктивність;

- використати амінокислотні біостимулятори перед виходом у трубку для зниження стресу від високих температур.

3. Адаптувати захист до погодних умов:

- посушливі умови потребують підвищеної уваги до захисту від шкідників (особливо трипсів і клопів) через їх активізацію в спекотні періоди [30];

- можливе коригування фунгіцидного захисту: заміна фунгіциду Тілмор на препарат із системною дією при підвищеній вологості або додавання антистресових препаратів.

4. Забезпечити раціональне збереження вологи [31, 32]:

- мінімізувати механічні обробки ґрунту для зменшення втрат вологи;

- використовувати мульчування стернею попередника для збереження вологи в шарі ґрунту.

Отже, адаптація агротехнічних заходів до змінних кліматичних умов дозволить забезпечити стабільне виробництво високоякісного зерна, що є запорукою продовольчої безпеки й економічного розвитку.

Висновки

За результатами проведених досліджень доцільно відзначити, що строки сівби та норми висіву пшениці м'якої озимої суттєво впливають на врожайність та якість зерна і значною мірою залежать від кліматичних факторів.

Встановлено, що погодні умови 2024 року характеризувалися значним підвищенням середньорічної температури, особливо в критичні періоди розвитку пшениці озимої, та дефіцитом атмосферних опадів. Це спричинило передчасне дозрівання рослин і зниження максимальної врожайності на 4,8–5,1 % порівняно з 2023 роком. Встановлено, що строки сівби мають вирішальне значення для формування врожаю. Максимальні показники врожайності (9,85–9,92 т/га) для всіх дослідних сортів зафіксовані у 2023 році з сівбою 10 вересня та нормою висіву 3 млн/га. Проаналізовані показники якості також

свідчать про вплив строків сівби, норми висіву та погодних умов на вологість зерна, масу 1000 зерен і натуру. Для отримання зерна 2 класу пшеницю м'яку озиму можна висівати 30 вересня за норми 5 млн шт./га, що забезпечує середню врожайність 8,46–8,95 т/га. Для максимізації врожайності до середнього рівня в 9,39–9,88 т/га доцільною є сівба 10 вересня з нормою висіву 3 млн шт./га.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення впливу хелатних добрив для різних строків і норм удобрення на врожайність та якісні показники пшениці м'якої озимої в умовах підвищених температур та недостатнього зволоження.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Ray, D. K., Mueller, N. D., West, P. C., & Foley, J. A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*, 8, e66428. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428>
2. Tschamtkke, T., Clough, Y., Wanger, T. C., Jackson, L., Motzke, I., Perfecto, I., Vandermeer, J., & Whitbread, A. (2012). Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation*, 151 (1), 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>
3. Barabolia, O. V., Tatarko, Y. V., & Antonovskiy, O. V. (2020). The influence of variety features of winter wheat grain on the quality of bakery properties. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 21–27. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.02>
4. Barabolia, O. V., & Yanovskiy, R. O. (2023). Narodnohospodarske znachennia pshenytsi ozymoi v sohodenni. *Urozhainist ta yakist produktii roslinnytstva za suchasnykh tekhnolohii vyroshchuvannia, prysviachena 90-richchiu z dnia narodzhennia profesora H. P. Zhemely : Mizhnarodna naukovo-praktychna internet-konferentsiia*. Poltava : PDAU [in Ukrainian]
5. 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>
6. Barabolia, O. V., & Yanovskiy, R. O. (2023). Yield capacity of modern soft winter wheat varieties in the conditions of Kirovohrad region. *Agrarian Innovations*, 21, 12–21. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.2>
7. Solodushko, M. M. (2014). Urozhainist ta adaptivnyi potentsial suchasnykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi v umovakh Pivnichnoho Stepu. *Sortovyvchennia ta Okhorona Prav na Sorty Roslyn*, 24, 61–66. [in Ukrainian]
8. Panchenko, I. A. (2001). Vzaïmozv'язok fizychnykh i biokhimichnykh pokaznykiv yakosti zerna pshenytsi. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 2, 15–19. [in Ukrainian]
9. Krivenko, A. I., Pochkolina, S. V., & Bezede, N. G. (2019). Productivity and quality of grain of promising varieties of winter wheat at different sowing periods in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 107, 78–85. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.10>
10. Tkachuk, V., Storozhuk, V., & Tymoshchuk, T. (2017). Weeding and winter wheat agrophytocenosis productivity depending on sowing time and seeding rate. *Scientific Horizons*, 20 (1), 69–79.
11. Morhun, V. V., Havryliuk, M. M., Shvartau, V. V., & Kononov, D. V. (Eds.). (2013). *Metodychni rekomendatsii po tekhnolohii vyrobnnytstva sertyfikovanoho nasinnia pshenytsi ozymoi*. Kyiv [in Ukrainian]
12. Tkachuk, V., & Tymoshchuk, T. (2020). Influence of terms of sowing on the productivity of winter wheat. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 98 (3), 38–44. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-05>
13. Zaima, O. A., Derhachov, O. L., Siroshtan, A. A., Pravdziva, I. V., & Khomenko, T. M. (2024). Yield and quality of winter wheat grain under different cultivation technologies. *Plant Varieties Studying and Protection*, 20 (1), 51–57. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.1.2024.300136>
14. Usova, N. M. (2016). Vplyv strokiv sivyba na urozhainist ta yakist zerna pshenytsi ozymoi v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 11, 58–62. [in Ukrainian]
15. Nikolic, O., Zivanovic, T., Jelic, M., & Djalovic, I. (2012). Interrelationships between grain nitrogen content and other indicators of nitrogen accumulation and utilization efficiency in wheat plants. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72, 111–116.
16. Babiker, W. A., Abdelmula, A. A., Eldessougi, H. I., & Gasim, S. E. (2017). The effect of location, sowing date and genotype on seed quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Asian Journal of Plant Science and Research*, 7 (3), 24–28.
17. Kolibabchuk, T., Kuzmenko, O., Zarva, O., & Lubich, V. (2022). Yield and quality of soft winter wheat depending on the sowing rates. *Agrobiologija*, 1 (171), 168–178. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2022-171-1-168-178>
18. Havryliuk, M. M., & Kalenych, P. Ye. (2017). Response of new varieties of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to the impact of environmental factors under the conditions of the Southern Forest-Steppe zone of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 13 (2), 111–118. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.13.2.2017.105388>
19. Krivenko, A. I., Pochkolina, S. V., & Bezede, N. G. (2019). Productivity and quality of grain of promising varieties of winter wheat at different sowing periods in the conditions of the southern steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 107, 78–85. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.10>
20. Nasrallah, A., Belhouchette, H., Baghdadi, N., Mhawej, M., Darwish, T., Darwish, S., & Faour, G. (2020). Performance of wheat-based cropping systems and economic risk of low relative productivity assessment in a sub-dry Mediterranean environment. *European Journal of Agronomy*, 113, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125968>
21. Mishchenko, Yu. H., Prasol, V. I., Davydenko, H. A., Masyk, I. M., Ermantraut, E. R., & Hudz, V. P. (2024). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii: navchalnyi posibnyk*. Sumy: SNAU [in Ukrainian].
22. DSTU 3768:2019. *Pshenytsia. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid 2019-06-10*. (2019). Retrieved from: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82765 [in Ukrainian]
23. Piryh, A. V., Yurchenko, T. V., Hudzenko, V. M., Demydov, O. A., Kovalyshyna, H. M., Humeniuk, O. V., & Kyrylenko, V. V. (2021). Features of modern winter wheat varieties in terms of winter hardiness components under conditions of Ukrainian Forest-Steppe. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12 (1), 153–159. <https://doi.org/10.15421/022123>
24. Prysiazhniuk, L., Khomenko, T., Liashenko, S., & Melnyk, S. (2022). The growing factors impact the productivity of new soft winter wheat varieties. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18 (4), 273–282. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273989>
25. Lykhochvor, V. V. (2016). Osnovni skladovi uspihnoho vrozhaiu ozymoi pshenytsi. *Ahronom*. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/optymizatsiya-parametriv-struktury-vrozhayu-ozymoyi-pshenytsi/> [in Ukrainian]
26. Shcherbakov, V. Ya., Domaratskyi, Ye. O., Kozlova, O. P., & Dobrovolskyi, A. V. (2022). Formuvannia optymalnoho steblostoiu ozymoi pshenytsi v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Ahronom*. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/formuvannia-optymalnogo-steblostoyu-ozymoyi-pshenytsi-v-umovah-pivdennoho-stepu-ukrayiny/> [in Ukrainian]
27. Vyznachennia masy 1000 nasynyn. (2023). *Growex*. Retrieved from: <https://growex.ua/blog/vyznachennia-masi-1000-nasynyn> [in Ukrainian]
28. Chaika, T. O., & Polezhak, Ye. Yu. (2024). The formation of main indicators of spring durum wheat grain quality in Poltava region. *Taurian Scientific Herald*, 2 (139), 156–163. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.2.19>
29. Chernov, O. D., & Pedorenko, O. O. (2021). Yakist zerna pshenytsi ozymoi zalezha vid azotnykh pidzhyvlen pislia soi. *Zbirnyk naukovykh prats AOΓOΣ*, 2, 40–42. <https://doi.org/10.36074/logos-19.03.2021.v2.10> [in Ukrainian]

30. Korotkova, I. V., & Chaika, T. O. (2022). Rol huminovykh preparativ ta yikh sumishei z mineralnymy dobryvamy v tekhnolohiiakh vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi. In T. O. Chaika (Red.) *Ekolohoorientovani pidkhody vidnovlennia tekhnohenno zabrudnennykh terytorii i stvorennia stal'nykh ekosystem: kolektyvna monohrafiia*. (s. 279–322). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
31. 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. *Scientific Progress & Innovations*, 2, 135–141. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.16>
32. Chaika, T. O., & Lotysh, I. I. (2020). Zberezhennia rodiuchosti gruntiv za suchasnykh system zemlerobstva. *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka: VIII Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia*. Zhytomyr: ZhNAEU [in Ukrainian]

ORCID

O. Barabolia  <https://orcid.org/0000-0002-5563-8445>
 R. Yanovskyi  <https://orcid.org/0009-0006-9216-1611>



© 2025 by the author(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.

Effectiveness of protecting amaranth crops from fungal diseases

M. Tyrus  | V. Lykhochvor | H. Kosylovych

Article info

Correspondence Author

M. Tyrus

E-mail:

tyrusmaria0408@gmail.com

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary
Medicine and Biotechnology
of Lviv, Volodymyra
Velykoho Str., 1, 80381,
Dubliany, Ukraine

Citation: Tyrus, M., Lykhochvor, V., & Kosylovych, H. (2025). Effectiveness of protecting amaranth crops from fungal diseases. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 14–18. doi: 10.31210/spi2025.28.03.02

Given the current small acreage, the development of diseases on amaranth plants is insignificant. However, with the expansion of cultivated areas and under weather conditions favourable for the development of pathogens and unfavourable for plant growth, crops may develop mycoses caused by fungi of the genera *Fusarium*, *Cercospora*, *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, *Pythium* and *Cladosporium*, as well as viral diseases. Research on the effectiveness of fungicides on amaranth crops was conducted in 2022–2023 on dark grey podzolic soil at the experimental field of the Department of Plant Production Technologies of the Lviv National University of Natural Resources. The experimental design included a control and five variants of fungicide application during the panicle formation phase of amaranth plants. The effectiveness of the following preparations was studied: Abacus, 12.5 % s.e. (suspension emulsion), Acanto Plus, 28 % s.c. (suspension concentrate), Amistar Extra, 28 % s.c., Quadris Top, 32.5 % s.c., Madison, 26.3 % s.c., which contain two active ingredients – from the triazole group and the strobilurin group. At the time of spraying amaranth with the studied preparations in the budding phase, the degree of plant damage by the main diseases was weak and amounted to: anthracnose – 2.5 %, phomopsis – 3.0 %, alternariosis – 2.0 %. On the third day after spraying, the difference in plant damage was observed between the experimental variants and the control, but was not noticeable between the variants themselves. On the seventh day after spraying, the development of diseases in the variants with fungicides differed slightly depending on the product applied and increased in the control. The use of fungicides effectively limited the further development of anthracnose, phomopsis and alternariosis on plants. Plant damage in the fungicide-treated variants was minimal compared to the control. The effectiveness of fungicides containing two active ingredients – from the triazole and strobilurin groups – at the beginning of the budding phase has been established. The choice of specific preparations for spraying plants should be made taking into account the dominant types of phytopathogens.

Keywords: amaranth, anthracnose, phomopsis, alternariosis, fungicides.

Ефективність захисту посівів амаранту від хвороб грибової етіології

М. Л. Тирус | В. В. Лихочвор | Г. О. Косилович

Львівський національний
університет ветеринарної
медицини та біотехнологій
ім. С. З. Гжицького,
м. Дубляни, Україна

За наявних на сьогодні невеликих посівних площ розвиток хвороб на рослинах амаранту є незначним. Однак із розширенням посівних площ та за сприятливих для розвитку збудників хвороб погодних умов та несприятливих для рослин умов вирощування в посівах можуть розвиватися мікози, спричинені грибами з родів *Fusarium*, *Cercospora*, *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, *Pythium* і *Cladosporium*, а також вірусні захворювання. Дослідження ефективності застосування фунгіцидів на посівах амаранту проводили у 2022–2023 рр. на темно-сірому опідзоленому ґрунті на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету природокористування. Схема дослідження включала контроль та 5 варіантів внесення фунгіцидів у фазі формування волоті рослин амаранту. Вивчали ефективність препаратів Абакус, 12,5 % с.е., Аканто Плюс, 28 % к.с., Амистар Екстра, 28 % к.с., Квадріс Топ, 32,5 % к.с., Медісон, 26,3 % к.с., що містять у своєму складі дві діючі речовини – з групи триазолів та з групи стробіліуринів. На час обприскування амаранту досліджуваними препаратами в фазі бутонізації ступінь ураження рослин основними хворобами був слабким і становив: антракноз – 2,5 %, фомопсидоз – 3,0 %, альтернاریоз – 2,0 %. На 3-й день після обприскування різниця в ураженні рослин прослідковувалася між варіантами дослідження і контролем, але між самими варіантами не була помітною. На 7-й день після обприскування розвиток хвороб на варіантах з фунгіцидами дещо різнився залежно від внесеного препарату та наростав на контролі. Застосування фунгіцидів ефективно обмежувало подальший розвиток збудників антракнозу, фомопсидозу та альтернاریозу на рослинах. Ураження рослин на варіантах з фунгіцидними препаратами було мінімальним порівняно до контролю. Встановлено ефективність застосування фунгіцидних препаратів на початку фази бутонізації, що містять у своєму складі дві діючі речовини – з групи триазолів та стробіліуринів. Вибір конкретних препаратів для обприскування рослин слід робити зважаючи на домінуючі види фітопатогенів.

Ключові слова: амарант, антракноз, фомопсидоз, альтернاریоз, фунгіциди.

Бібліографічний опис для цитування: Тирус М. Л., Лихочвор В. В., Косилович Г. О. Ефективність захисту посівів амаранту від хвороб грибової етіології. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 14–18.

Вступ

Амарант, як сільськогосподарська культура є цінним джерелом білку, вітамінів та мінералів. Важливою особливістю культури амарант є висока ефективність фотосинтезу. Подібно до кукурудзи, сорго, цукрової тростини, амарант відноситься до рослин з типом фотосинтезу C4. Амарант, як C4 – рослина володіє високою інтенсивністю фіксації CO₂ в розрахунку на одиницю поверхні листка, швидко розвивається і росте, що сприяє високим темпам приросту біомаси [11]. У зв'язку з цим для амаранту важливо не тільки формувати велику листову площу, але також забезпечити її захист від ураження фітопатогенами, збільшити тривалість функціонування. За існуючих на сьогодні невеликих посівних площ розвиток хвороб на рослинах амаранту є незначним. Однак із розширенням посівних площ та за сприятливих для розвитку збудників хвороб погодних умов та несприятливих для рослин умов вирощування в посівах можуть розвиватися мікози, спричинені грибами з родів *Fusarium*, *Cercospora*, *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, *Pythium* і *Cladosporium*, а також вірусні захворювання [13].

Амарант відомий адаптованістю рослин до умов вирощування, зокрема до спеки та посухи, а також стійкістю до шкідливих організмів, у т.ч. до збудників хвороб. У дослідженнях [12] рослини амаранту характеризувалися високою стійкістю до фітопатогенів. За даними [24] ця культура майже не уражається хворобами, в т.ч. внаслідок специфічного хімічного складу листків, зокрема вмісту поліфенолів. Дослідження [10] показали деяку фунгіцидну дію екстрактів амаранту, зокрема зафіксували активність проти мікозів екстрактів, виділених з *Amaranthus cruentus*, *A. hypochondriacus* і *A. hybridus*. Досліджувані екстракти пригнічували ріст грибів *Fusarium equiseti*, *Rhizoctonia solani*, *Trichoderma harzianum* та *Alternaria alternata*. Меншу інгібіторну дію екстрактів було зафіксовано щодо *F. solani*, а щодо *F. oxysporum*, а щодо *Colletotrichum coccodes* вона взагалі не спостерігалася. Подібні результати отримано в дослідженнях [2], де зазначено, що листя амаранту має антигрибну дію й екстракти з нього можуть бути використані в якості діючої речовини в біофунгіцидах. Дослідники [22] виділили з рослин амаранту олігопептиди та білки, що можуть використовуватись у захисті рослин, зокрема олігопептид, отриманий шляхом ферментативного розщеплення глобулінів амаранту, демонстрував ефективність у зв'язуванні збудників вірусу жовтого скручування листя томатів та знижував розмноження вірусу *Nicotiana benthamiana*.

Проте впродовж останніх років спостерігається наростання розвитку мікозів у посівах амаранту. Дослідники відмічають посилення ураження рослин амаранту фітопатогенами, які спричиняють кореневі гнилі та антракноз [6, 3]. У дослідженнях [1] встановлено різну стійкість вирощуваних сортів амаранту до збудників антракнозу, церкоспорозу та ризоктоніозу. Особливо небезпечним з огляду на харчову безпеку,

як наголошують [17] є ураження амаранту збудниками альтернатіозу. У дослідженнях [20] та [8] з ураженого листя виділяли переважно *Alternaria alternata* та види роду *Fusarium*. У дослідженнях [21] також оцінювали ураженість культурного, дикого та декоративного видів роду *Amaranthus*: *A. cruentus*, *A. retroflexus* і *A. paniculatus* збудником білої іржі *Wilsoniana bliti*. Найсильніше ураження листків фітопатогеном спостерігалось у *A. retroflexus*, низький ступінь ураження листків був встановлений у *A. cruentus*, рослини *A. paniculatus* за період спостереження не інфікувалися. Ступінь ураження найпоширеніших в Україні сортів амаранту білою іржею та септоріозом вивчав також [13–16]. Види *Fusarium*, які спричиняють в'янення амаранту в країнах Африки вивчали [4]. Низка авторів вказують на високу шкідливість ураження стебла *Amaranthus cruentus* фомопсисом, збудником якого є гриб *Phomopsis amaranthicola* [7, 5], чому сприяє засміченість посівів дикорослими формами *A. retroflexus*.

Таким чином, питання підбору фунгіцидів та розробки ефективних заходів захисту рослин амаранту від хвороб на сьогодні є актуальними і такими, що потребують детального вивчення.

Мета дослідження

Встановити ефективність здійснення фунгіцидного контролю за найбільш поширеними грибовими хворобами амаранту.

Матеріали і методи

Дослідження ефективності застосування фунгіцидів на посівах амаранту проводили у 2022–2023 рр. на темно-сірому опідзоленому ґрунті на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету природокористування.

Ґрунт характеризується такими показниками: вмістом гумусу 2,5 %, вміст легкогідролізованого азоту 78–84 мг, рухомих форм фосфору та калію (за методикою Чирикова) – відповідно 88–90 мг та 94–98 мг на 1 кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, рН сольової витяжки – 5,9–6,0.

Схема досліду включала контроль та 5 варіантів внесення фунгіцидів у фазі бутонізації рослин амаранту. Вивчали ефективність препаратів Абакус, 12,5 % с.е., Аканто Плюс, 28 % к.с., Амістар Екстра, 28 % к.с., Квадріс Топ, 32,5 % к.с., Медісон, 26,3 % к.с. [19], що містять у своєму складі дві діючі речовини – з групи триазолів та з групи стробілуринів (табл. 1). Облікова площа дослідної ділянки становила 30 м². Повторність досліду – триразова. Розміщення ділянок – систематичне. Обприскування проводили ранцевим обприскувачем з розрахунку витрати 200 л/га робочої рідини на 1 га. Обліки ураження рослин збудниками хвороб проводили на 3-й, 7-й і 15-й день після обприскування фунгіцидами, використовуючи 5-бальну шкалу.

Дослід закладали на сорті амаранту Харківський 1.

Таблиця 1

Схема дослідів з застосування фунгіцидів на посівах амаранту

№ варіанту	Фунгіцид	Діюча речовина	Норма внесення препарату, л/га
1	Контроль	обприскування рослин водою	—
2	Абакус, 12,5% с.е.	піраклостробін, 62,5 г/л + епоксиконазол, 62,5 г/л	1,0
3	Аканто Плюс, 28% к.с.	пікоксистробін, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л	0,5
4	Амістар Екстра, 28% к.с.	ципроконазол, 80 г/л + азоксистробін, 200 г/л	0,5
5	Квадріс Топ, 32,5% к.с.	азоксистробін, 200 г/л + дифеноконазол, 125 г/л	0,75
6	Медісон, 26,3% к.с.	протіоконазол, 175 г/л + трифлуксистробін, 88 г/л	0,5

Попередником амаранту була пшениця озима. Восени під оранку вносили фосфорні та калійні добрива – $P_{60}K_{120}$. Під передпосівну культивування вносили N_{160} . Сіяли широкорядковим способом з міжряддями 45 см на глибину 1 см 17 квітня у всі роки досліджень. Проти бур'янів використовували міжрядні обробітки та гербіцид Фюзилад Форте, 15 % к.е. (1,0 л/га). Скошування амаранту проводили у фазі повної стиглості насіння в нижній і

середній частинах волоті, після підсихання амарант обмолочували.

Погодні умови 2022 і 2023 рр. проведення досліджень наведено на [рисунку 1](#) і [рисунку 2](#). Загалом, погодні умови в роки проведення досліджень були сприятливими для росту і розвитку рослин амаранту. У 2023 році, який характеризується стабільно високими опадами (110–120 мм) впродовж липня-вересня були більш сприятливі умови для розвитку хвороб.

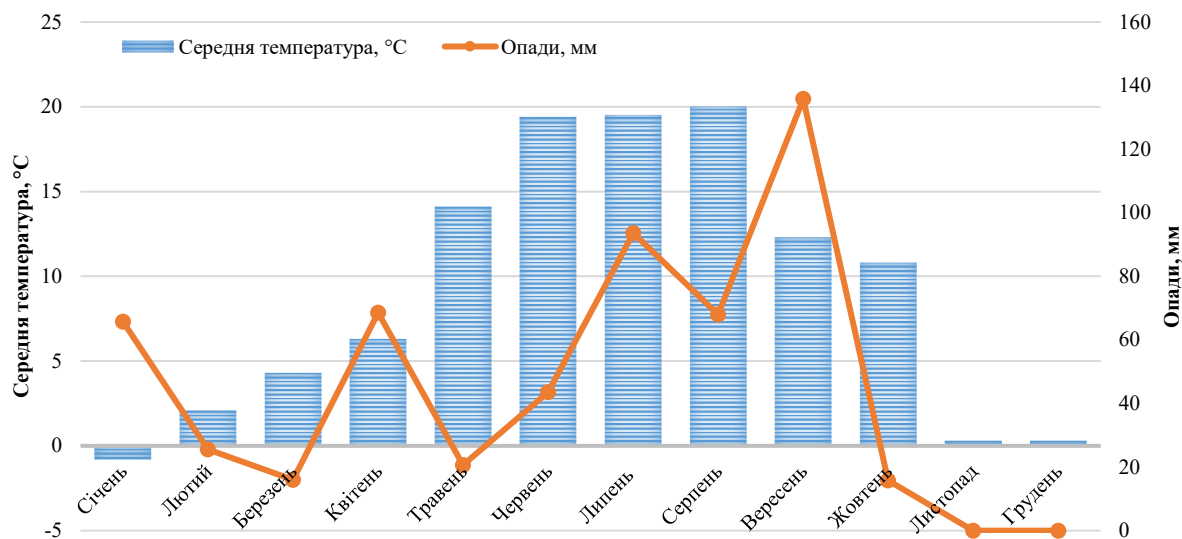


Рис. 1. Гідротермічні умови 2022 р. (за даними <https://meteopost.com/weather/archive/>)

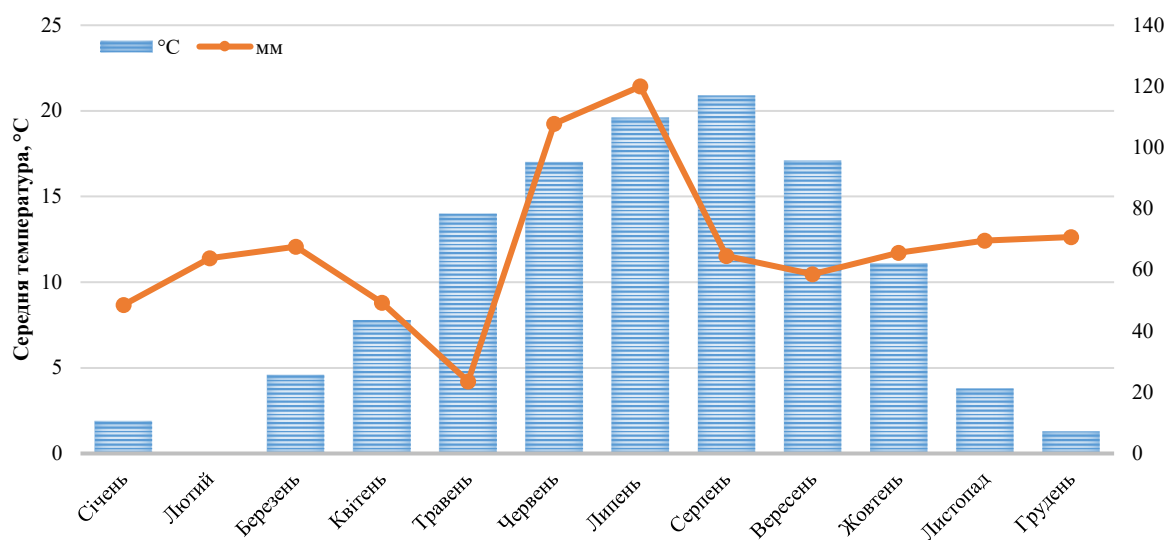


Рис. 2. Гідротермічні умови 2023 р. (за даними <https://meteopost.com/weather/archive/>)

Результати та їх обговорення

Основними захворюваннями амаранту, виявленими нами на рослинах, були антракноз, альтернаріоз та фомопсидоз. Розвитку хвороб сприяли затяжні дощі та тепла погода літніх місяців у роки проведення досліджень.

Антракноз амаранту (збудники – гриби з роду *Colletotrichum*) проявлявся в вигляді жовто-бурих плям на листках і тріщин та виразок на стеблах рослин. Фомопсидоз (збудники – гриби з роду *Phomopsis*) проявлявся, в основному, на стеблах рослин у вигляді витягнутих темно-коричневих плям, що призводило до розтріскування тканини в місцях ураження та відмирання листків. Симптоми альтернаріозу (збудники – гриби з роду *Alternaria*) на листках амаранту з'являлися пізніше в вигляді дрібних концентричних коричневих плям округлої або овальної форми.

На час обприскування амаранту досліджуваними препаратами в фазі викидання волоті ступінь ураження рослин основними хворобами був слабким і становив: антракноз – 2,5 %, фомопсидоз – 3,0 %, альтернаріоз – 2,0 %. На 3-й день після обприскування різниця в ураженні рослин прослідковувалася між варіантами досліді і контролем, але між самими варіантами не була помітною. На 7-й день після обприскування розвиток хвороб на варіантах з фунгіцидами дещо різнився залежно від внесенного препарату та наростає на контролі. Результати обліку ураження рослин амаранту основними хворобами на 15-й день після обприскування наведено в **таблиці 2**. Застосування фунгіцидів ефективно обмежувало подальший розвиток збудників антракнозу, фомопсидозу та альтернаріозу на рослинах. Ураження рослин на варіантах з фунгіцидними препаратами було мінімальним порівняно до контролю.

Таблиця 2

Розвиток основних хвороб амаранту за варіантами досліді

Варіант досліді	Розвиток хвороб, %		
	антракноз	фомопсидоз	альтернаріоз
Контроль	10,5	14,7	16,2
Абакус, 12,5% с.е.	2,5	4,5	5,6
Аканто Плюс, 28% к.с.	3,2	3,0	4,0
Амістар Екстра, 8% к.с.	3,4	3,5	4,0
Квадріс Топ, 32,5% к.с.	3,0	4,6	5,5
Медісон, 26,3% к.с.	3,2	4,8	4,0

Встановлено високу (понад 75 %) ефективність дії фунгіциду Абакус, 12,5 % с.е. (піраклостробін, 62,5 г/л + епоксиконазол, 62,5 г/л) проти збудників антракнозу амаранту, фунгіцидів Аканто Плюс, 28 % к.с. (пікоксистробін, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л) та Амістар Екстра, 28 % к.с. (ципроконазол, 80 г/л + азоксистробін, 200 г/л) – проти альтернаріозу та фомопсидозу, препарату Квадріс Топ, 32,5 % к.с.

(азоксистробін, 200 г/л + дифеноконазол, 125 г/л) – проти альтернаріозу та антракнозу, препарату Медісон, 26,3% к.с. (протіоконазол, 175 г/л + трифлуксистробін, 88 г/л) – проти альтернаріозу (**табл. 3**).

Таблиця 3

Ефективність внесення фунгіцидів на амаранті (2022–2023 рр.)

Варіант досліді	Ефективність дії, %		
	антракноз	фомопсидоз	альтернаріоз
Контроль	10,5	14,7	16,2
Абакус, 12,5% с.е.	76,2	69,4	65,4
Аканто Плюс, 28% к.с.	69,5	79,6	75,3
Амістар Екстра, 8% к.с.	67,6	76,2	75,3
Квадріс Топ, 32,5% к.с.	71,4	68,7	66,0
Медісон, 26,3% к.с.	68,6	67,3	75,3

За результатами досліджень, проведених [18] рекомендовано проти ураження грибом *Fusarium solani* використовувати препарати, що містять діючу речовину карбендазим, 500 г/кг. Дослідники [26] для захисту амаранту від ураження ризоктоніозом пропонують обприскувати рослини з інтервалом у два тижні препаратами, що містять манкоцеб (0,2 %), а також використовувати бактерії – антагоністи, які виділені з культивованих сортів амаранту. У досліді [23, 25] найефективнішим проти білої іржі був фунгіцид, що містив 640 г/кг манкоцебу та 40 г/кг металаксилу. Вітчизняні вчені [9, 11] повідомляють про досвід використання для протруювання насіння амаранту проти хвороб препарату, що містить тирам, 332 г/л + карбендазим, 148 г/л та внесення в фазі 5–6 справжніх листків фунгіциду з діючими речовинами флузілазол, 125 г/л + карбендазим, 250 г/л, а також у фазі ранньої бутонізації – препарату з діючою речовиною іпродіон, 500 г/кг.

Висновки

В умовах західного Лісостепу України впродовж 2022–2023 рр. на рослинах амаранту сорту Харківський 1 спостерігався розвиток збудників альтернаріозу -2,0 %, антракнозу – 2,5 % та фомопсидозу – 3,0 %. Результатами досліджень встановлено ефективність застосування у фазі бутонізації фунгіцидних препаратів, що містять у своєму складі дві діючі речовини – з групи триазолів та стробілуринів. А саме, встановлено високу (понад 75 %) ефективність дії фунгіциду Абакус, 12,5 % с.е. (піраклостробін, 62,5 г/л + епоксиконазол, 62,5 г/л) проти збудників антракнозу амаранту, фунгіцидів Аканто Плюс, 28 % к.с. (пікоксистробін, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л) та Амістар Екстра, 28 % к.с. (ципроконазол, 80 г/л + азоксистробін, 200 г/л) – проти альтернаріозу та фомопсидозу, препарату Квадріс Топ, 32,5 % к.с. (азоксистробін, 200 г/л + дифеноконазол, 125 г/л) – проти альтернаріозу та антракнозу, препарату Медісон, 26,3% к.с. (протіо-

коназол, 175 г/л + трифлуксистробін, 88 г/л) – проти альтернативізу. Вибір конкретних препаратів для обприскування рослин слід робити зважаючи на домінуючі види фітопатогенів.

Перспективи подальших досліджень полягають у встановленні доцільної кратності внесення фунгіцидів за вирощування амаранту.

Конфлікт інтересів

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

References

- Adhikari, P., Joshi, L. P., Ayer, D. K., & Tiwari, K. R. (2022). Agromorphological diversity and disease assessment of grain amaranth in Lamjung, Nepal. *Advances in Agriculture*, 2022, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2022/8969390>
- Akbar, M., N. Sherazi, I., Khalil, T., Iqbal, M., Akhtar, S., & Khan, S. (2020). Identification of antifungal compounds from slender amaranth. *Planta Daninha*, 38. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582020380100063>
- Appiah-Kubi, Z., Adomako, J., Armooh, B., Appiah-Kubi, D., Oppong, A., Quian, M., Osekre, E. A., Lamptey, J. N., & Kwoseh, C. (2022). Identification and characterization of fusarium species associated with Amaranth (*Amaranthus* species) wilt disease in the semi-deciduous and Guinea savannah agro-ecological zones of Ghana. *Journal of Agricultural Science*, 14 (12), 130. <https://doi.org/10.5539/jas.v14n12p130>
- Zippora, A.-K., Joseph, A., Harriet, D., Elvis, A. O., Raphael, A.-G., Enoch, A. O., Marian, Q., & Charles, K. (2022). Survey of fungal diseases associated with amaranth (*Amaranthus* species) in peri-urban vegetable farms in Kumasi and Tamale metropolis of Ghana. *African Journal of Agricultural Research*, 18 (10), 792–802. <https://doi.org/10.5897/ajar2022.15985>
- Bihon, W., Sheu, Z.-M., Mallogo, R., Chen, J., Lee, L., Kenyon, L., Dinssa, F. F., Srinivasan, R., & Schaffleitner, R. (2023). Survey of diseases of amaranth (*Amaranthus* spp. L.) in Tanzania revealed multiple fungal and viral infections. *Acta Horticulturae*, 1378, 317–324. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2023.1378.42>
- Deineka, A. K. (2022). *Amarant kultura XXI stolittia*. Amaranth Ukrainy [in Ukrainian]
- Derylo, S., & Chudzik, L. (2012). Wpływ przedsiewnej uprawy roli i pielęgnacji na zachwaszczenie łąnu szarlatu uprawnego (*Amaranthus hypochondriacus* L. Thell.). *Agronomy Science*, 67(4), 1–14. <https://doi.org/10.24326/as.2012.4.1>
- Derylo, S., & Chudzik, L. (2015). Plonowanie szarlatu uprawnego (*Amaranthus hypochondriacus* L. Thell.) w warunkach zróżnicowanej przedsiewnej uprawy roli i pielęgnacji roślin. *Agronomy Science*, 70 (2), 55–65. <https://doi.org/10.24326/as.2015.2.6>
- Duda, O., & Kapshtyk, M. (2019). Zakhyst amaranu vid burianiv, shkidnykiv i khvorob. *Propozitsiia*. Retrieved from: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnohiiyi-vyroshchuvannya/zakhyst-amarantu-vid-burianiv-shkidnykiv-i-khvorob> [in Ukrainian]
- Jamiołkowska, A., Skwaryło-Bednarz, B., Kowalski, R., Yildirim, I., & Patkowska, E. (2023). Antifungal potency of amaranth leaf extract: An *in vitro* study. *Plants*, 12 (8), 1723. <https://doi.org/10.3390/plants12081723>
- Kutsela, O. Ya., Buniak, V. I., & Kulbanska, S. M. (2008). Osoblyvosti ontogenezu *Amaranthus paniculatus* L. v umovakh dendrolohiichnoho parku "Druzhba". *Visnyk Prykarpatskoho Natsionalnoho Universytetu Imeni Vasylia Stefanyka. Seriya Biologiya*, 12, 45–47. [in Ukrainian]
- Lezhenina, I. P., & Karpenko, Yu. V. (2008). Amaranťovy steblokhryz – nebezpečny shkidnyk nasinniievykh posiviv amaranu v Kharkivskii oblasti. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu im. V. V. Dokuchaieva. Seriya Fitopatolohiia ta Entomolohiia*, 8, 73–79. [in Ukrainian]
- Markov, I. L. (2017). Khvoroby na novykh introdokovanykh vyдах roslin v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Ahrobiznes sohodni*. Retrieved from: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/8794-khvoroby-na-novykh-introdokovanykh-vyдах-roslin-v-umovakh-lisostepu-ukrainy.html> [in Ukrainian]
- Markov, I. L. (2017). "Enerhetychni" khvoroby. *Ahrobiznes Sohodni*. Retrieved from: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/265-enerhetychni-khvoroby.html> [in Ukrainian]
- Markov, I. L., & Moroz, P. (2019). Amaranť – roslina vid atstekiv na ukrainskykh poliakh. *Ahroprofi*, 6, 8. [in Ukrainian]
- Trybel, S. O. (Red). (2001). *Metodyky vyprobuвання i zastosuvannya pestytsydiv*. Kyiv: Svit [in Ukrainian]
- Noelting, M. C., Sistema, M., Lovisolo, M., Molla-Kralj, A., Lori, G., Sandoval, M. C., Sulyok, M., & Molina, M. C. (2016). Discoloured seeds of amaranth plant infected by *Alternaria alternata*: physiological, histopathological alterations and fungal secondary metabolites associated or registered. *Journal of Plant Protection Research*, 56 (3), 244–249. <https://doi.org/10.1515/jppr-2016-0036>
- Parveen, M., & Khatun, S. (2022). Integrated disease management of root rot and stem decay disease in *Amaranthus hybridus* caused by *Fusarium solani*. *Journal of Mycopathological Research*, 60 (3), 363–375.
- Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini. (2023). Kyiv: TOV "Yunivest Media" [in Ukrainian]
- Pusz, W. (2009). Ocena zdrowotności liści roślin z rodzaju *Amaranthus*. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Rolnictwo*, 95, 51–61.
- Pusz, W., & Płaskowska, E. (2008). Phomopsis amaranthicola – nowy patogen szarlatu uprawnego (*Amaranthus cruentus*). *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 529, 175–182.
- Soriano-García, M., & Saraid Aguirre-Díaz, I. (2020). Nutritional functional value and therapeutic utilization of *Amaranth*. *Nutritional Value of Amaranth*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.86897>
- Talukder, M. R., Riazuddin, M., & Khan, M. S. (2016). Efficacy of fungicides to control white rust (*Albugo occidentalis*) of red amaranth (*Amaranthus* sp.). *Agricultural and Food Sciences*, 27 (4), 267–273.
- Vasyliieva, Yu. V., & Stankevych, S. V. (2019). Perspektyvy vyroshchuvannya amaranu v Ukraini ta optymizatsiia yoho khimichnoho zakhystu vid shkidlyvykh orhanizmiv. *AhrarNyk*, 4 (335), 22–23. [in Ukrainian]
- Wójcik-Stopczyńska, B. (2018). Szarlat – pseudozboże o wielkich zaletach. *Panacea*. Retrieved from: <https://panacea.pl/szarlat-pseudozboze-o-wielkich-zaletach/>
- Yashaswini, M. S., Nysanth, N. S., & Anith, K. N. (2021). Endospore-forming bacterial endophytes from *Amaranthus* spp. improve plant growth and suppress leaf blight (*Rhizoctonia solani* Kühn) disease of *Amaranthus tricolor* L. *Rhizosphere*, 19, 100387. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100387>

ORCID

M. Tyrus  <https://orcid.org/0000-0002-9882-9540>
V. Lykhochvor  <https://orcid.org/0000-0003-0377-6157>
H. Kosylovych  <https://orcid.org/0000-0001-5908-3312>



2025 by the author(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.

The effect of bio- and mineral fertilizers on corn grain yield

L. Yeremko  | A. Kyrlytsia

Article info

Correspondence Author

L. Yeremko

E-mail:

yeremkol@ukr.netPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine**Citation:** Yeremko, L., & Kyrlytsia, A. (2025). The effect of bio- and mineral fertilizers on corn grain yield. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (3), 19–24. doi: 10.31210/spi2025.28.03.03

An effective way to stabilize corn production, an important crop with universal use, is to optimize plant nutrition through a combination of biological and mineral fertilizers. A field experiment to study the effect of different levels of mineral fertilization and pre-sowing seed treatment with Bio-Mineralis biofertilizer (3.0 L t^{-1}) on the yield of the mid-season corn hybrid DN Demeter (FAO 300) was conducted in 2022–2024 at the experimental field of the Poltava State Agricultural Experimental Station named after M.I. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences. The aim of the study was to determine the effect of different levels of mineral fertilizer and the use of biofertilizer on corn yield formation. The experiment showed that improving the nutritional status of plants by the use of mineral fertilizers, seed treatment with biofertilizer and their combination had a positive effect on the growth, development, and formation of corn productivity elements. This was confirmed by an increase in leaf surface area compared with the control. The most effective was the variant with the combined use of biofertilizers and mineral fertilizers – in this case, the leaf surface indicators were the highest. As a result of the formation of a more developed leaf surface and increased productivity of photosynthetic activity of plants, an increase in plant weight in a completely dry state was observed. This was most evident in the variant with the use of Bio-Mineralis in combination with $\text{N}_{70}\text{P}_{60}\text{K}_{80}$. Increasing the intensity of organic matter synthesis contributed to their better supply to ears and grains during filling, which resulted in grain yield increase. The highest yield – 8.21 t ha^{-1} – was obtained in the variant with pre-sowing seed treatment with Bio-mineralis biofertilizer and $\text{N}_{70}\text{P}_{60}\text{K}_{80}$ application. The increase in yield due to the use of mineral fertilizers was 11.8–15.2 %, and the seed treatment with biofertilizer contributed to an increase in grain productivity by 1.8 %.

Keywords: corn, biofertilizer, mineral fertilizers, plant growth parameters, photosynthesis, yield.

Вплив біо- та мінеральних добрив на урожайність зерна кукурудзи

Л. С. Єремко | А. О. Кирлиця

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Вагомим чинником стабілізації виробництва зернової продукції кукурудзи – як важливої культури універсального призначення – є оптимізація поживного режиму рослин шляхом поєднання біологічних і мінеральних добрив. Польовий експеримент щодо вивчення впливу різних рівнів мінерального удобрення та допосівної обробки насіння біодобривом Біо-мінераліс ($3,0 \text{ л/т}$) на урожайність середньостиглого гібриду кукурудзи ДН Деметра (FAO 300) проводився у 2022–2024 рр. на дослідному полі Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН. Метою дослідження було встановлення впливу різних рівнів мінерального удобрення та застосування біодобрива на формування урожайності кукурудзи. У ході експерименту встановлено, що поліпшення поживного режиму рослин завдяки застосуванню мінеральних добрив, обробці насіння біодобривом та їх поєднанню позитивно впливало на ріст, розвиток та формування елементів продуктивності кукурудзи. Це підтверджується збільшенням площі листової поверхні порівняно з контролем. Найефективнішим виявився варіант із комбінованим використанням біодобрива та мінеральних добрив – тут показники листової поверхні були найвищими. У результаті формування більш розвиненої листової поверхні та підвищення продуктивності фотосинтетичної діяльності рослин спостерігалось зростання маси рослин у абсолютно сухому стані. Найбільше це було помітно у варіанті із застосуванням Біомінералісу в поєднанні з $\text{N}_{70}\text{P}_{60}\text{K}_{80}$. Збільшення інтенсивності синтезу органічних речовин сприяло їх кращому надходженню до качанів і зернівок під час наливу, що в підсумку забезпечило підвищення загальної урожайності зерна. Найвищу урожайність – $8,21 \text{ т/га}$ – отримано у варіанті із допосівною обробкою насіння біопрепаратом Біомінераліс та внесенням мінеральних добрив у дозі $\text{N}_{70}\text{P}_{60}\text{K}_{80}$. Приріст урожайності від застосування мінеральних добрив становив 11,8–15,2 %, а внесення біодобрива сприяло підвищенню зернової продуктивності на 1,8 %.

Ключові слова: кукурудза, біодобриво, мінеральні добрива, параметри росту рослин, фотосинтез, урожайність.**Бібліографічний опис для цитування:** Єремко Л. С., Кирлиця А. О. Вплив біо- та мінеральних добрив на урожайність зерна кукурудзи. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 19–24.

Вступ

Стале забезпечення населення високоякісними харчовими продуктами є однією із основних концепцій світового сільського господарства. Її дотримання базується на підвищенні рівня виробництва основних зернових культур, серед яких кукурудза (*Zea mays* L.) займає лідируючі позиції. Ареал її вирощування включає тропічні, субтропічні та помірні регіони світу в більш ніж 166 країнах світу [1], а величина отриманої зернової продукції перевищує один млрд. т на рік [2]. Широке світове використання даної культури пов'язане з високим генетичним потенціалом продуктивності її сортів і гібридів та значною адаптаційною здатністю до впливу ґрунтових і кліматичних умов різних зон вирощування [3].

Кукурудза характеризується досить широким спектром використання. Її зерно та листово-стеблова маса слугує сировиною за виробництва продуктів харчування, високоякісних кормових ресурсів для годівлі тварин і птиці, а також у виготовленні різних промислових продуктів і ліків [4]. Річне глобальне споживання продуктів харчування виготовлених із зерна кукурудзи становить близько 11 % від сумарного споживання зернових [5].

Одним із головних чинників забезпечення росту, розвитку та формування врожаю даної культури є оптимізація умов вирощування її рослин за рахунок покращення поживного режиму та застосування елементів технології, що посилюють ростові процеси рослин, їх стійкість до несприятливих чинників навколишнього середовища [6].

Азот має вирішальне значення у фізіологічних процесах, що відбуваються у рослинах, зокрема у процесах фотосинтезу та синтезу амінокислот, білків і ферментів. Його значну роль доведено у фосфорному живленні рослин, що у свою чергу сприяє формуванню потужної кореневої системи і поглинанням нею більшої кількості поживних речовин та відповідним посиленням росту вегетативної маси. Відмінності у забезпеченні рослин фосфором є досить вираженими і проявляються у різному розвитку органів рослин впродовж вегетаційного періоду культури [7, 8].

Калій має важливе значення у водному балансі рослин та їх посухостійкості за рахунок регулювання фізіологічних та біохімічних процесів, а також формування потужної кореневої системи [9].

Альтернативним агротехнологічним прийомом, що дозволяє підвищити ефективність засвоєння поживних речовин рослинами кукурудзи може бути застосування біологічних добрив. Мікроорганізми, що є їх основою, колонізують кореневу систему рослин та за рахунок використання природно доступної біологічної системи мобілізації поживних речовин, що включає фіксацію азоту [10], розчинення недоступних для рослин фосфатів [11], а також продукування фітогормонів та синтезу сидерофорів сприяють підвищенню продуктивності сільсько-господарських культур [12]. Крім того, внесення ефективних культур мікроорганізмів у ґрунт може стимулювати розкладання органічних відходів і

решток, тим самим вивільняючи неорганічні поживні речовини, які стають доступними для засвоєння кореневою системою рослин [13].

Чисельні дослідження вказують на те, що Ризобактерії PGPR (група PGPR, від англ. Plant GrowthPromoting Rhizobacteria) можуть стимулювати проростання насіння [14], зміцнюють стебло рослин [15], збільшують площу листя та кількість листків [16], а також стимулюють кореневий ріст [17].

Таким чином, раціоналізація стратегії внесення добрив на основі потреб рослин і вмісту поживних речовин у ґрунті має актуальне значення для покращення врожайності культур, а також для довгострокової стійкості виробництва.

Мета дослідження

Метою дослідження було з'ясувати вплив різних рівнів мінерального удобрення та застосування біодобрива на формування продуктивності кукурудзи.

Завдання дослідження: вивчити вплив біо- та мінеральних добрив на динаміку наростання листової поверхні і фотосинтетичну діяльність посівів кукурудзи; дослідити вплив різних рівнів мінерального живлення на динаміку наростання абсолютно сухої маси рослин та урожайність зерна кукурудзи.

Матеріали і методи

Польовий експеримент було закладено на дослідному полі Полтавської державної с.-г. дослідної станції імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН упродовж 2022–2024 рр. Чинниками, що досліджували були: дози мінеральних добрив – контроль (без добрив), $N_{50}P_{40}K_{60}$, $N_{70}P_{60}K_{80}$ (чинник А); допосівна обробка насіння біодобривом Біо-мінераліс (3,0 л/т) (чинник В).

Основою біодобрива є азотфіксуючі (*Azotobacter chroococcum*), фосформобілізуючі (*Bacillus megaterium*), каліймобілізуючі та біофунгіцидні мікроорганізми (*Bacillus subtilis*), біоколоїд-липкоген і комплекс біогенних металів – Cu, Fe, Co, Mo, Mg, Mn, Zn у формі нанокарбоксилатів.

У досліді вирощували середньостиглий гібрид кукурудзи ДН Деметра (ФАО 300). Кількість його рослин на гектарі становила 70 тис. шт. Попередником кукурудзи в досліді була пшениця озима. Облікова площа ділянки становила 40 м². Повторність досліді чотириразова. Кукурудзу в досліді вирощували за рекомендованою для зони технологією, за винятком технологічних прийомів, що вивчали.

Для виконання завдань досліджень, що включали визначення площі листової поверхні посівів, свіжої і сухої маси рослин, впродовж вегетаційного періоду, через кожні 10 днів, починаючи із фази 10–12 листків відбирали проби по п'ять рослин із двох несуміжних повторень [18, 19]. Проби для визначення величини структурних елементів врожаю були відібрані перед

збиранням з центральних рядів ділянки. Визначення урожайності зерна проводили на кожній ділянці у фазі його повної стиглості (ВВСН 89). Урожайність зерна була розрахована за стандартної вологості зерна 14 % [19].

Результати обліку врожаю піддавали дисперсійному аналізу за допомогою комп'ютерної техніки використовуючи методичні рекомендації із проведення польових дослідів [20].

Результати та їх обговорення

Основою формування розвиненої надземної частини рослин та елементів їх продуктивності є процес фотосинтезу, у ході якого енергія сонячної радіації і вуглекислий газ трансформуються в органічну речовину, необхідну для росту і розвитку. Ключовим фотосинтезуючим органом рослинного організму є листкові пластинки. Відсоток поглинання ними енергії фотосинтетично активної радіації сягає 90 %. У ході проведення дослідження темпи розвитку листової поверхні упродовж вегетаційного періоду кукурудзи були нерівномірними. Найменш інтенсивним він був на початку розвитку рослин.

Таблиця 1

Вплив біо- і мінеральних добрив на динаміку наростання листової поверхні посівів кукурудзи, середнє за 2022–2024 рр.

Допосівна обробка насіння	Система удобрення, кг/га д.р.	Площа листової поверхні посіву за фазами росту і розвитку рослин, тис. м ² /га		
		12–13 листків	цвітіння качанів	молочна стиглість зерна
Вода (10 л/т)	контроль (без добрив)	16,3	34,8	31,4
	N ₅₀ P ₄₀ K ₆₀	19,8	36,2	33,5
	N ₇₀ P ₆₀ K ₈₀	21,6	38,9	35,8
	контроль (без добрив)	17,9	35,6	32,7
Біо-мінераліс (3,0 л/т)	N ₅₀ P ₄₀ K ₆₀	20,4	37,9	34,9
	N ₇₀ P ₆₀ K ₈₀	22,6	40,3	36,3

Для об'єктивної оцінки функціонування асиміляційної поверхні рослин, важливо знати не тільки її розміри, а й тривалість перебування в активному стані (табл. 2). Показник, що враховує загальну тривалість фотосинтетичної роботи асиміляційної поверхні – фотосинтетичний потенціал. У досліді його величина значною мірою була обумовлена забезпеченістю рослин елементами мінерального живлення. Робота добре розвиненої

Під час формування листків і до фази цвітіння качанів інтенсивність наростання асиміляційної поверхні рослин була максимальною. Надалі, внаслідок перерозподілу органічних сполук і елементів живлення до генеративних органів, і зерна, швидкість розвитку листової поверхні зменшувалася.

Застосування агротехнологічних прийомів вирощування сприяло покращанню умов формування листової поверхні у рослин кукурудзи (табл. 1). Даний позитивний вплив був найбільш вираженим у варіанті поєднання застосування допосівної обробки насіння біодобривом Біо-мінераліс (3,0 л/т) і внесення N₇₀P₆₀K₈₀, де величина листової поверхні у посівах кукурудзи була найбільшою (40,3 тис. м²/га). Слід відзначити, що внесення різних доз мінеральних добрив сприяло збільшенню величини листової поверхні посівів кукурудзи у період її максимального розвитку (у фазі цвітіння) на 4,0–11,8 % щодо контролю. На варіанті, де було проведено передпосівну обробку насіння біодобривом відзначено зростання показника, що досліджували порівняно з контролем на 0,8 тис. м²/га або 2,3 %.

листової поверхні була найбільш тривалою у варіанті поєднання внесення N₇₀P₆₀K₈₀ та застосування біологічного добрива у передпосівній обробці насіння. Внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню фотосинтетичного потенціалу посівів кукурудзи на 6,2–20,2 %. У варіанті застосування біодобрива значення даного показника зросло порівняно з контролем на 2,6 %.

Таблиця 2

Вплив біо- і мінеральних добрив на фотосинтетичну діяльність кукурудзи, середнє за 2022–2024 рр.

Допосівна обробка насіння	Система удобрення, кг/га д.р.	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² за 1 добу	Фотосинтетичний потенціал посівів, млн м ² /га ² дб
		12 листків – молочна стиглість зерна	
Вода (10 л/т)	контроль (без добрив)	5,63	0,695
	N ₅₀ P ₄₀ K ₆₀	6,23	0,738
	N ₇₀ P ₆₀ K ₈₀	6,89	0,836
	контроль (без добрив)	5,98	0,713
Біо-мінераліс (3,0 л/т)	N ₅₀ P ₄₀ K ₆₀	6,75	0,795
	N ₇₀ P ₆₀ K ₈₀	7,18	0,894

Покращання умов формування та функціонування листової поверхні безпосередньо відобразилося на продукуванні рослинами органічної речовини (табл. 3). Величина чистої продуктивності фотосинтезу підвищувалася у варіантах внесення

мінеральних добрив на 10,7–22,4 % порівняно з контролем. Застосування біодобрива виявилось менш ефективним, оскільки збільшення величини даного показника становило 6,22 %. Натомість поєднання даних агроприймів надало можливість збільшити

інтенсивність продукування органічної речовини рослинами на 19,9–27,5 % порівняно з контролем.

Відповідно до підвищення інтенсивності синтетичних процесів у рослинах, збільшувалася величина їх органічної сухої біомаси. Її накопичення було досить нерівномірним впродовж вегетаційного періоду. Найменш інтенсивним воно було на початкових етапах розвитку рослин. Від періоду формування листків та інтенсивного наростання надземної маси, накопичення рослинами сухої

речовини було досить інтенсивним. У досліді відмічений значний вплив факторів, що вивчали на величину абсолютно сухої маси рослин. Найвищою вона була у варіанті сумісного застосування мінеральних добрив у дозі $N_{70}P_{60}K_{80}$ та біодобрива, із перевищенням контрольного варіанту на 22,3 %. Збільшення величини даного показника від застосування мінеральних добрив і біодобрива було на рівні 5,90–15,2 і 2,15 % відповідно.

Таблиця 3

Вплив біо- і мінеральних добрив на динаміку наростання абсолютно сухої маси рослин кукурудзи, г, середнє за 2022–2024 рр.

Допосівна обробка насіння	Система удобрення, кг/га д.р.	Фази росту і розвитку рослин		
		12–13 листків	цвітіння качанів	молочна стиглість зерна
Вода (10 л/т)	контроль (без добрив)	48,9	163,7	218,5
	$N_{50}P_{40}K_{60}$	50,4	172,8	231,4
	$N_{70}P_{60}K_{80}$	53,4	186,2	251,9
Біо-мінераліс (3,0 л/т)	контроль (без добрив)	49,3	170,2	223,2
	$N_{50}P_{40}K_{60}$	51,2	175,6	247,8
	$N_{70}P_{60}K_{80}$	54,3	197,3	267,3

У дослідженні відзначено істотний позитивний вплив факторів, що вивчали на величину урожайності зерна кукурудзи. Найвищі значення даного показника (8,21 т/га) були у варіанті комплексного застосування мінеральних і біологічного добрив (табл. 4). Застосування мінеральних добрив сприяло

збільшенню урожайності посівів кукурудзи на 11,8–15,2 % порівняно з контролем. Прибавка урожайності зерна кукурудзи у варіантах із проведенням допосівної обробки насіння біодобривом становила 1,8 %.

Таблиця 4

Вплив біо- і мінеральних добрив на величину урожайності зерна кукурудзи, середнє за 2022–2024 рр.

Допосівна обробка насіння	Система удобрення, кг/га д.р.	Урожайність зерна, т/га			Середнє за 3 роки
		2022	2023	2024	
Вода (10 л/т)	контроль (без добрив)	6,94	8,32	5,98	7,08
	$N_{50}P_{40}K_{60}$	7,56	8,86	7,34	7,92
	$N_{70}P_{60}K_{80}$	7,84	8,95	7,68	8,16
Біо-мінераліс (3,0 л/т)	контроль (без добрив)	7,14	8,39	6,04	7,21
	$N_{50}P_{40}K_{60}$	7,68	8,92	7,42	8,01
	$N_{70}P_{60}K_{80}$	7,92	8,98	7,73	8,21
HPR _{0,95}		чинник А - 0,09 т/га; чинник В - 0,23 т/га; взаємодія чинників АВ - 0,32 т/га.			

Результати проведеного нами дослідження показали збільшення наростання листової поверхні кукурудзи у варіантах внесення мінеральних добрив. Це може бути обумовлено синергічною позитивною дією азоту як головного елементу вегетативного росту, фосфору, як складової частини сполук, що слугують джерелом енергії для метаболічних процесів у рослинах, а також елементу розвитку кореневої системи, калію, наявність якого забезпечує регуляцію осмотичного потенціалу, а також може покращити здатність кореневої системи рослини поглинати поживні речовини, необхідні для росту надземної частини [21]. Це положення також було підтверджено попередніми дослідженнями, проведеними Tanga та ін., [22] та Laskari та ін. [23], у яких вчені відмічали позитивний вплив мінерального удобрення на ростові процеси рослин. Разом з тим, Laskari та ін. [23], відмічали збільшення параметрів площі листової поверхні у варіантах внесення мінеральних добрив, що відповідає отриманим нами

результатам. Згідно з іншими дослідженнями [24, 25], це може бути пов'язаним із безпосереднім позитивним впливом азоту на формування листових пластинок, та подовження періоду перебування їх у активному стані і відповідному збільшенню перехоплення сонячної радіації та продукуванню більшої кількості органічних сполук [26]. Дане твердження узгоджується із нашим дослідженням, де збільшення величини листової поверхні, підвищення продуктивності та тривалості її фотосинтетичної роботи сприяло посиленню накопичення рослинами органічних сполук та інтенсивності нагромадження ними надземної сухої біомаси у варіантах із покращеним забезпеченням рослин поживними речовинами.

Результати нашого дослідження показали, що урожайність зерна кукурудзи досягла максимального значення, у варіантах із підвищенням забезпеченості рослин елементами мінерального живлення ($N_{70}P_{60}K_{80}$). Це може бути пов'язано

із достатньою забезпеченістю елементами мінерального живлення, необхідними для поглинання рослинами кукурудзи у вегетативний період розвитку, і відповідним інтенсивним їх засвоєнням під час генеративного розвитку та наповнення насіння. Таким чином накопичення метаболічних продуктів під час формування насіння буде збільшуватися, так що насіння матиме максимальний розмір і масу [27]. Таку ж тенденцію спостерігали і інші вчені у попередніх дослідженнях [28, 29].

Результати нашого дослідження показали, що поєднання мінерального удобрення і застосування біодобрива виявилось ефективним засобом підвищення рівня урожайності кукурудзи, що може бути обумовлено стимулюючим ефектом секретованих корисними мікроорганізмами у зону ризосфери кукурудзи фітогормонів та регуляторів росту рослин та безпосереднім покращанням забезпеченості

рослин поживними речовинами [13] за рахунок (фіксація N і солюбілізація P/K) та стимуляції системної стійкості рослин до хвороб [30]. На позитивний вплив поєднання застосування мінеральних і біологічних добрив вказували також у своїх дослідженнях Атогочі із співавторами [31], Махмуд із співавторами [32].

Висновки

Внесення мінеральних добрив, проведення допосівної обробки насіння біодобривом та їх поєднання справили позитивний вплив на ростові процеси кукурудзи. Зокрема, внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню площі листової поверхні на 4,02–11,8 % порівняно з контролем. Допосівна обробка насіння забезпечила зростання цих показників на 2,3 % відповідно. Найбільш ефективним у цьому аспекті виявилось комплексне застосування досліджуваних агротехнологічних прийомів: площа листової поверхні посівів у фазі цвітіння качанів перевищувала контрольний варіант на 15,8 %, причому її значення зростали зі збільшенням забезпеченості рослин елементами мінерального живлення.

Відповідно до розширення листової поверхні, подовження тривалості та підвищення продуктивності її фотосинтетичної діяльності зростає кількість синтезованої рослинами органічної речовини. Це сприяє активнішому накопиченню органічної біомаси, що, у свою чергу, безпосередньо визначає рівень зернової продуктивності посівів. У цьому контексті найбільш ефективним виявилось поєднання допосівної обробки насіння біологічним препаратом Біомінераліс із внесенням мінеральних добрив у нормі N₇₀P₆₀K₈₀. За результатами досліджень, саме в цьому варіанті спостерігалася найвища середня урожайність зерна кукурудзи – 8,21 т/га.

Внесення мінеральних добрив забезпечило зростання урожайності посівів кукурудзи на 11,8–15,2 % порівняно з контролем. У варіантах із проведенням допосівної обробки насіння біодобривом прирост урожайності становила 1,8 %.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Mishchenko, O., Hanhur, V., & Danilenko, Y. (2024). Productivity formation of maize hybrids depending on plant density in the conditions of Left-Bank Forest-Steppe. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (2), 16–21. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.02.03>
2. Hanhur, V., & Rudenko, V. (2024). The effects of main tillage methods on the productivity of maize hybrids in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 36–40. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.06>
3. Hanhur, V., & Rudenko, V. (2023). Biometric parameters of plants and maize (*Zea mays* L.) productivity depending on sowing period. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 36–41. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.07>
4. Hanhur, V., & Pelykh, M. (2025). The influence of sowing dates and plant density on the yield of corn hybrids in the conditions of the Left Bank Forest-Steppe. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (1), 75–80. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.13>
5. Erenstein, O., Jaleta, M., Sonder, K., Mottaleb, K., & Prasanna, B. M. (2022). Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. *Food Security*, 14 (5), 1295–1319. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>
6. Arshad, N. F., Khandaker, A. M., Mohammad, M., Bilal, A., & Basrah, M. M. (2023). Effects of foliar NPK application on growth, yield and nutrient content of sweet corn grown. *Journal of Agricultural Sciences*, 36 (1), 254–270. <https://doi.org/10.37077/25200860.2023.36.1.20>
7. Liang, C., Liu, X., Lv, J., Zhao, F., & Yu, Q. (2024). The impact of different phosphorus fertilizers varieties on yield under wheat–maize rotation conditions. *Agronomy*, 14, 1317. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061317>
8. Kumar, A., & Kumar, M. (2017). Effect of different levels of phosphorus on the yield and yield components of maize under agro-climatic zone- II of Bihar. *International Journal of Agricultural Sciences*, 13 (2), 266–270. <https://doi.org/10.15740/HAS/IJAS/13.2/266-270>
9. Ul-Allah, S., Ijaz, M., Nawaz, A., Sattar, A., Sher, A., Naeem, M., Shahzad, U., Farooq, U., Nawaz, F., & Mahmood, K. (2020). Potassium application improves grain yield and alleviates drought susceptibility in diverse maize hybrids. *Plants*, 9 (1), 75. <https://doi.org/10.3390/plants9010075>
10. Santos, R. M., Diaz, P. A. E., Lobo, L. L. B., & Rigobelo, E. C. (2020). Use of plant growth-promoting rhizobacteria in maize and sugarcane: Characteristics and applications. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 136. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00136>
11. Mazid, M., & Khan, T. A. (2015). Future of bio-fertilizers in Indian agriculture: An overview. *International Journal of Agricultural Food Research*, 3, 10–23. <https://doi.org/10.24102/ijaf.v3i3.132>
12. Krey, T., Vassilev, N., Baum C., & Eichler-Löbermann, B. (2013). Effects of long-term phosphorus application and plant-growth promoting rhizobacteria on maize phosphorus nutrition under field conditions. *European Journal of Soil Biology*, 55, 124–130. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2012.12.007>
13. Yaru, L. Y., Watts, D. B., Kloepper, J. W., & Allen, H. (2018). Torbert influence of plant growth-promoting *Rhizobacteria* on corn growth under different fertility sources. *Communications in soil science and plant analysis*, 49 (10), 1239–1255. <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1457155>
14. Noumavo, P. A., Kochoni, E., Didagbé, Y. O., Adjanohoun, A., Allagbé, M., Sikirou, R., Gachomo, E. W., Kotchoni, S. O., & Baba-Moussa, L. (2013). Effect of different plant growth promoting rhizobacteria on maize seed germination and seedling development. *American Journal of Plant Sciences*, 4, 1013–1021. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2013.45125>
15. Jarak, M., Mrkovaki, N., Bjelić, D., Josic, D., Hajnal-Jafari, T., & Stamenov, D. (2012). Effects of plant growth promoting rhizobacteria on maize in greenhouse and field trial. *African Journal of Microbiology Research*, 6(27). <https://doi.org/10.5897/ajmr12.759>

16. Nezarat, S., & Gholami, A. (2009). Screening plant growth promoting rhizobacteria for improving seed germination, seedling growth and yield of maize. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 12 (1), 26–32.
17. Jacoud, C., Job, D., Wadoux, P., & Bally, R. (1999). Initiation of root growth stimulation by Azospirillum lipoferum CRT1 during maize seed germination. *Canadian Journal of Microbiology*, 45 (4), 339–342. <https://doi.org/10.1139/w99-023>
18. Moiseichenko, V. F., & Yeshchenko, V. O. (1994). *Osnovy naukovykh doslidzen v ahronomii*. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian]
19. Kaushik, P., Pati, P. H., Khan, M. L., & Khare, P. K. (2021). A quick and simple method for estimating leaf area by leaf weight. *International Journal of Botany Studies*, 6, 1286–1288.
20. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2013). *Statystychnyi analiz rezul'tativ polovoykh doslidiv u zemlerobstvi: monohrafiia*. Kherson: Ailant [in Ukrainian]
21. Fauziah, L., Anggraeni, L., Latifah, E., Istiqomah, N., & Khamidah, A. (2023). Increased yield and quality of corn by inorganic fertilizers and utilization of corn as food to support food security. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1253 (1), 012129. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1253/1/012129>
22. Tanga, C. M., Beesigamukama, D., Kassie, M., Egonu, P. J., Ghemoh, C. J., Nkoba, K., Subramanian, S., Anyega, A. O., & Ekesi, S. (2022). Performance of black soldier fly frass fertilizer on maize growth yield nutritional quality and economic returns *Journal of Insects as Food and Feed*, 8(2), 185–196. <https://doi.org/10.3920/JIFF2021.0012>
23. Laskari, M., Menexes, G. C., Kalfas, I., Gatzolis, I., & Dordas, C. (2022). Effects of fertilization on morphological and physiological characteristics and environmental cost of maize (*Zea mays* L.). *Sustainability*, 14, 8866. <https://doi.org/10.3390/su14148866>
24. Berdjour, A., Dugje, I. Y., Rahman, N. A., Odoom, D. A., Kamara, A. Y., & Ajala, S. (2020). Direct estimation of maize leaf area index as influenced by organic and inorganic fertilizer rates in Guinea Savanna. *Journal of Agricultural Science*, 12 (6), 1–10. <https://doi.org/10.5539/jas.v12n6p66>
25. Szulc, P., Ambrozy-Deręowska, K., Mejza, I., Grześ, S., Zielewicz, W., Stachowiak, B., & Kardasz, P. (2021). Evaluation of nitrogen yield-forming efficiency in the cultivation of maize (*Zea mays* L.) under different nutrient management systems. *Sustainability*, 13, 10917. <https://doi.org/10.3390/su131910917>
26. Szabó, A., Mousavi, S. M. N., Bojtor, C., Ragán, P., Nagy, J., Vad, A., & Illés, Á. (2022). Analysis of nutrient-specific response of maize hybrids in relation to leaf area index (LAI) and remote sensing. *Plants*, 11, 1197. <https://doi.org/10.3390/plants11091197>
27. Sudding, A. F., Maintang, Asri, M., Rauf, A. W., Syam, A., & Adriani, A. W. (2021). The effect of NPK 15-15-6-4 compound fertilizer on corn growth and yield. *IOP Conference Series: Earth Environmental Science*, 911, 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/911/1/012047>
28. Macisood, M., Ali, R., Nawaz, N., & Yousaf, N. (2000). The Effect of NPK application in different proportions on the growth and yield of spring maize. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3 (2), 356–357.
29. Ojieniyi, K., Ngondzashe, C., Devkota, K., & Madukwe, D. (2024). Optimizing split-fertilizer applications for enhanced maize yield and nutrient use efficiency in Nigeria's Middle-belt. *Heliyon*, 10 (19), e37747. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37747>
30. Chen, L., Hao, Z., Li, K., Sha, Y., Wang, E., Sui, X., Mi, G., Tian, C., & Chen, W. (2020). Effects of growth-promoting rhizobacteria on maize growth and rhizosphere microbial community under conservation tillage in Northeast China. *Microbial Biotechnology*, 14 (2), 535–550. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13693>
31. Amogou, O., Noumano, A. P., Agbodjato, N. A., Sina, H., Dagbenonbakin, G., Adoko, M. Y., Salako, V. K., Kakai, R. G., Adjanohoun, A., & Baba-moussa, L. (2021). Rhizobacterial inoculation in combination with mineral fertilizer improves maize growth and yield in poor ferruginous soil in central Benin. *BioTechnologia*, 102(2), 141–155. <https://doi.org/10.5114/bta.2021.106520>
32. Mahmud, A. A., Yahaya, S. M., Dhaked, G. S., Jain, D., & Bhojiya, A. A. (2022). Impacts of NPK consortia biofertilizer and mineral fertilizer on growth and yield of two maize (*Zea mays* L.) hybrids in Rajasthan-India. *Diya Agricultural Sciences Journal*, 14 (2), 100–117. <https://doi.org/10.52951/dasj.22140210>

ORCID

L. Yermko  <https://orcid.org/0000-0001-5641-7436>
A. Kyrlytsia  <https://orcid.org/0009-0006-1619-9423>



2025 by the author(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.

The effect of chemical and biological agents on chickpea (*Cicer arietinum* L.) disease development in the Forest-Steppe of Ukraine

V. Shuleshchenko✉

Article info

Correspondence Author

A. Shuleshchenko

E-mail:

vadym.shuleshchenko@pdaa.edu.ua

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

Citation: Shuleshchenko, V. (2025). The effect of chemical and biological agents on chickpea (*Cicer arietinum* L.) disease development in the Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 25–31. doi: 10.31210/spi2025.28.03.04

Chickpea is a promising crop for cultivation in the Forest-Steppe of Ukraine; however, its productivity is limited by phytopathogenic infections. The aim of the study was to assess the species composition of phytopathogenic microflora and the effectiveness of chemical and biological protection against major chickpea pathogens under the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. The research was carried out in 2023 and 2024 on experimental plots in Myrhorod District, Poltava Region using two chickpea varieties – Zehavit and Kira. The results identified the phytopathogenic microflora associated with chickpea, including *Ascochyta rabiei*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani*, and *Pythium ultimum*. The analysis of their spread dynamics showed an increase in the frequency of seed infection in 2024 compared to 2023, correlating with a lower hydrothermal coefficient and moisture deficit during the spring period. The Kira variety demonstrated higher resistance to the complex of phytopathogens compared to Zehavit, which was confirmed by lower prevalence and disease intensity. The highest infection rates were associated with *Ascochyta rabiei* and *Alternaria alternata*, requiring particular attention when developing protection schemes. The use of chemical seed treatments effectively suppressed pathogen development, while the combination of Maxim Advance with the biofungicide Trichodermin provided the highest biological efficacy (81.2–86.8 %), surpassing both chemical and biological agents used individually. These findings confirm the feasibility of using integrated protection schemes to improve the phytosanitary condition of chickpea crops. The obtained results can serve as a basis for developing practical recommendations for protecting chickpea against seed-borne and soil-borne infections under the agroecological conditions of the Poltava region, taking into account varietal characteristics and climatic factors.

Keywords: phytopathogens, *Alternaria*, *Fusarium*, *Ascochyta*, *Botrytis*, integrated protection, seed material.

Вплив хімічних і біологічних препаратів на розвиток хвороб нуту (*Cicer arietinum* L.) в умовах Лісостепу України

В. А. Шулещенко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Нут є перспективною культурою для вирощування в Лісостепу України, проте його продуктивність обмежують фітопатогенні інфекції. Мета дослідження – оцінити видовий склад фітопатогенної мікрофлори й ефективність хімічного та біологічного захисту проти основних патогенів нуту в умовах Лісостепу України. Дослідження проведено у 2023 і 2024 роках на дослідних ділянках Миргородського району Полтавської області, що належать до зони Лісостепу України, з використанням двох сортів нуту – Зехавіт і Кіра. За результатами досліджень встановлено видовий склад фітопатогенної мікрофлори нуту, представлений *Ascochyta rabiei*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani* та *Pythium ultimum*. Проведений аналіз динаміки їх поширення засвідчив зростання частоти виявлення насіннєвої інфекції у 2024 році порівняно з 2023 роком, що корелювало зі зниженням гідротермічного коефіцієнта та дефіцитом вологи у весняний період. Сорт Кіра продемонстрував вищу стійкість до комплексу фітопатогенів порівняно зі сортом Зехавіт, що підтверджувалося нижчими показниками поширеності й інтенсивності ураження. Найбільший рівень зараженості формувалася за участі *Ascochyta rabiei* й *Alternaria alternata*, що потребує особливої уваги під час підбору схем захисту. Застосування хімічних протруйників забезпечувало ефективне пригнічення розвитку патогенів, при цьому поєднання Максим Адванс із біофунгіцидом Триходермін проявило найвищу біологічну ефективність (81,2–86,8 %), перевищуючи показники як монопрепаратів, так і біологічних засобів окремо. Це підтверджує доцільність використання інтегрованих схем захисту для підвищення фітосанітарного стану посівів нуту. Отримані результати можуть бути використані для розробки практичних рекомендацій щодо захисту нуту від насіннєвих і ґрунтових інфекцій в умовах Полтавської області, з урахуванням сортових особливостей і кліматичних факторів.

Ключові слова: фітопатогени, *Alternaria*, *Fusarium*, *Ascochyta*, *Botrytis*, інтегрований захист, насіннєвий матеріал.

Бібліографічний опис для цитування: Шулещенко В. А. Вплив хімічних і біологічних препаратів на розвиток хвороб нуту (*Cicer arietinum* L.) в умовах Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 25–31.

Вступ

Нут (*Cicer arietinum* L.) є однією з найважливіших бобових культур світу, займаючи третє місце за значенням після сої та квасолі [1, 2]. Культивована площа нуту в світі становить 14,84 млн гектарів з виробництвом 15,08 млн тонн і середньою урожайністю 1,01 т/га [3], що далеко від його потенційної врожайності 6 т/га за оптимальних умов [4].

Серед бобових культур нут займає провідне місце як за якістю, так і за кількістю білка (20–22 %), що робить його цінним джерелом їжі [5]. Також ця культура багата на клітковину, мінерали (калій, фосфор, кальцій, селен, магній, залізо та цинк) і β -каротин [6]. Окрім того, доцільним є включення нуту до сівозмін [7], оскільки ця культура залишає значні запаси біологічного азоту в ґрунті (80–150 кг/га) та виступає хорошим попередником для інших сільськогосподарських культур [8, 9].

Останні роки в Україні характеризуються підвищенням середніх температур і зростанням дефіциту вологи, що формує сталу перспективу для поширення посухо- та жаростійких культур [10]. Однією з таких культур, придатних для вирощування в умовах недостатнього зволоження, є нут [11]. Хоча в зоні Лісостепу ця культура поки що не має такого поширення, як у Степовій зоні, поступова трансформація кліматичних умов сприяє підвищенню її адаптивного потенціалу [12].

Зона Лісостепу України, що охоплює близько 33 % території країни, має сприятливі агрокліматичні умови для вирощування нуту. Помірно континентальний клімат з достатньою кількістю опадів у всьняний період і підвищеною посушливістю під час досягання культури створює оптимальні умови для формування врожаю нуту [13, 14].

Однак, незважаючи на високий потенціал продуктивності, низькі прирости врожайності нуту пов'язані переважно з біотичними й абіотичними стресами [15, 16]. Серед основних факторів, що обмежують продуктивність нуту в умовах Лісостепу України, особливе місце займають фітопатогенні хвороби [17]. Основними збудниками захворювань нуту є *Ascochyta rabiei*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani* та *Pythium ultimum*, які спричиняють кореневі гнилі й ураження надземних органів рослин [18–21]. Дослідження показують, що інфікованість насіння нуту може досягати понад 50 % за сприятливих для них розвитку умов (високої вологості та помірної температури) [22]. Ці обмежуючі фактори можуть призводити до зниження виробництва нуту до 90 % [23], що робить питання захисту рослин від хвороб критично важливим для забезпечення стабільного виробництва цієї цінної культури.

У зв'язку з цим, розробка ефективних систем захисту нуту від фітопатогенних хвороб з використанням хімічних і біологічних препаратів набуває особливої актуальності. Сучасні дослідження підтверджують високу ефективність використання хімічних протруйників (Максим Адванс) і біологічних препаратів (Біофосфорин, Триходермін, ФітоДоктор), що забезпечує біологічну ефективність

захисту на рівні 87,3–92,8 % [24]. Інтегрований підхід до управління хворобами, що поєднує превентивні заходи, використання стійких сортів і застосування засобів захисту рослин, є основою сучасних технологій вирощування нуту в умовах Лісостепу України [25, 26].

Мета дослідження

Мета дослідження – встановити видовий склад фітопатогенної мікрофлори нуту, оцінити динаміку її поширення за різних погодних умов і визначити ефективність хімічного та біологічного захисту проти основних патогенів культури в умовах Лісостепу України.

Завдання дослідження:

- дослідити динаміку поширення насінневої інфекції нуту різних сортів; проаналізувати вплив застосованих препаратів на поширеність фітопатогенів у фазі сходів;

- оцінити ефективність варіантів захисту для різних сортів нуту; визначити вплив агротехнічних і кліматичних факторів на рівень розвитку фітопатогенів.

Матеріали і методи

Дослідження проводили у 2023 і 2024 роках на дослідних ділянках Миргородського району Полтавської області, що належать до зони Лісостепу України. Ґрунти – чорноземи типові малогумусні з вмістом гумусу 2,7 %, мінерального азоту – 32,2 мг/кг, рухомого фосфору (P_2O_5) – 110 мг/кг, обмінного калію (K_2O) – 128 мг/кг, при рН 6,8 (слабокисла реакція ґрунтового розчину), що є сприятливими для вирощування зернобобових культур, зокрема нуту.

У дослідженнях використано сорти нуту Зехавіт (середньостиглий, з доброю посухостійкістю, стійкістю до вилягання, великим жовтим насінням) та Кіра (середньоранній, стійкий до основних хвороб, адаптивний до умов центральної частини України).

Вирощування нуту проводили за загальноприйнятою технологією для умов Лісостепу України [27]. Попередник – озима пшениця. Сівбу здійснювали в другій декаді квітня після прогрівання ґрунту на глибині 5–7 см до температури +6...+8 °С. Норма висіву становила 400–450 тис. схожих насінин/га, глибина загортання – 5–6 см, ширина міжрядь – 15 см. Площа облікової ділянки – 42 м², дослід закладено в триразовій повторності.

Перед посівом насіння інокулювали препаратом «BiNitro Нут» (ENZIM, Україна), що містить активну культуру *Mesorhizobium ciceri* штаму МС 285 з титром не менше 2×10^9 КУО/мл і продуктами їх метаболізму (фітогормони, амінокислоти, вітаміни), з метою стимуляції формування бульбочкових симбіозів та покращення азотного живлення рослин. Інокуляцію проводили за 1–2 години до сівби відповідно до рекомендацій виробника [28].

Веgetаційний період нуту (квітень–серпень) у 2023 і 2024 роках характеризувався відмінностями за температурним режимом і кількістю опадів,

що суттєво впливало на ріст і розвиток культури (рис. 1). У 2023 р. середньомісячна температура повітря поступово зростала від 10,0 °С у квітні до

22,0 °С у серпні, тоді як у 2024 р. температурний режим був дещо вищим – від 13,2 °С до 22,7 °С відповідно.

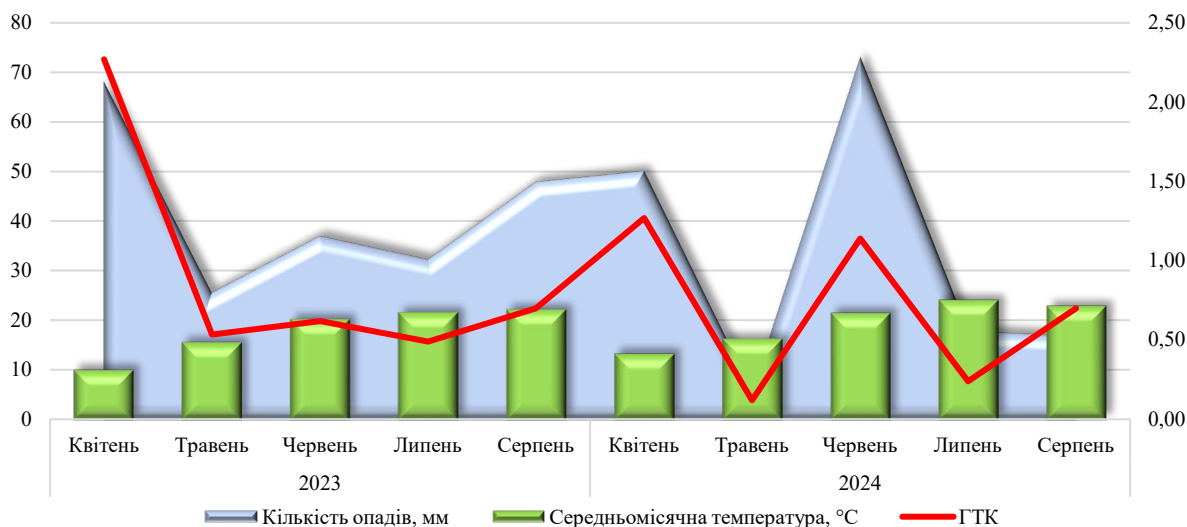


Рис. 1. Динаміка опадів і середньомісячної температури протягом вегетаційного періоду вирощування нуту

Опади впродовж вегетаційного періоду мали нерівномірний розподіл. У 2023 р. максимальна кількість опадів відмічена в квітні (68,2 мм), тоді як у 2024 р. основна кількість випала в червні (73,1 мм) на фоні дефіциту в інших місяцях.

Для оцінки вологозабезпечення обчислено гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за Селяніновим. У 2023 р. показники ГТК свідчили про переважно задовільне забезпечення вологою: від 2,27 у квітні до 0,49–0,70 в літні місяці, що відповідає умовам помірного зволоження. У 2024 р. погодні умови були менш сприятливими: лише квітень (ГТК = 1,27) та червень (ГТК = 1,14) характеризувалися достатнім зволоженням, натомість у травні, липні та серпні спостерігалася посуха (ГТК = 0,12–0,24). Особливо критичним виявився травень 2024 р., коли на фоні активного росту нуту ГТК склав лише 0,12.

Такі метеорологічні умови мали значний вплив на розвиток хвороб рослин, ефективність застосованих препаратів і загальну продуктивність культури.

Для оцінювання ефективності різних засобів захисту нуту проти комплексу фітопатогенних мікроорганізмів було закладено дослід із семи варіантів обробки насіння, які включали хімічні, біологічні препарати й їх комбінації:

- 1) контроль (без обробки);
- 2) Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т);
- 3) Максим Адванс (1,0 л/т);
- 4) Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т) + Триходермін (1,0 л/т);
- 5) Максим Адванс (1,0 л/т) + Триходермін (1,0 л/т);
- 6) Біофосфорин (1,0 л/т) + Триходермін (1,0 л/т);
- 7) ФітоДоктор (1,0 л/т) + Поліверсум (0,1 г/кг).

Діагностику фітопатогенів нуту проводили комплексно, поєднуючи візуальні (морфологічні) та мікроскопічний метод (роздавленої краплі) на чотирьох ключових етапах розвитку культури:

Етап 1: Перед висівом (аналіз насіннєвого матеріалу): відбір проб насіння з кожного варіанту

досліді (по 400 насінин); візуальна оцінка насіння на наявність плям, деформацій; формування середніх зразків для лабораторного аналізу (по 100 насінин з кожного зразка).

Етап 2: Фаза сходів (10–14 діб після появи сходів): відбір рослин з ознаками захворювання та візуально здорових (по 25 рослин з кожної ділянки); відбір проб кореневої системи з ознаками ураження.

Етап 3: Після збирання врожаю (аналіз насіння нового врожаю): відбір насіння з кожного варіанту (по 500 насінин); формування середніх зразків для аналізу.

Для оцінювання ефективності застосованих засобів захисту рослин і поширеності фітопатогенів використовували стандартні фітопатологічні показники, розраховані за загальноприйнятими методиками.

Частота виявлення патогенів (ЧВ, %) визначалася за формулою (1):

$$\text{ЧВ} = \frac{n}{N} \times 100, \quad (1)$$

де n – кількість зразків, у яких виявлено патоген; N – загальна кількість досліджених зразків.

Поширеність хвороби (П, %) розраховували за формулою (2):

$$\text{П} = \frac{n_x}{N_{\text{заг}}} \times 100, \quad (2)$$

де n_x – кількість хворих рослин; $N_{\text{заг}}$ – загальна кількість обстежених рослин.

Інтенсивність розвитку хвороби (І, %) визначали за формулою:

$$\text{І} = \frac{\sum(a \times b)}{N \times K} \times 100, \quad (3)$$

де a – кількість рослин із відповідним балом ураження; b – бал ураження; N – загальна кількість обстежених рослин; K – максимальний бал шкали ураження.

Для оцінювання ступеня ураження застосовували шкалу балів: 0 балів – здорова рослина; 1 бал – слабе ураження (до 25 % поверхні); 2 бали – середнє ураження (26–50 % поверхні); 3 бали – сильне ураження (понад 50 % поверхні).

Біологічну ефективність препаратів (БЕ, %) визначали за формулою:

$$БЕ = \frac{P_K - P_0}{P_K} \times 100, \quad (4)$$

де P_K – розвиток хвороби у контрольному варіанті;
 P_0 – розвиток хвороби у дослідному варіанті.

Отримані дані обробляли статистично з використанням стандартних методів варіаційної статистики за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 2019 (Microsoft Corporation, США).

Таблиця 1

Динаміка поширення насіннєвої інфекції нуту сорту Зехавіт

Патоген	Частота виявлення, %		Зміна частоти, %	Інтенсивність, бал	
	2023 р.	2024 р.		2023 р.	2024 р.
<i>Ascochyta rabiei</i>	15,2	18,7	+3,5	1,8	2,1
<i>Fusarium oxysporum</i>	8,5	12,3	+3,8	1,4	1,7
<i>Botrytis cinerea</i>	6,8	9,1	+2,3	1,2	1,5
<i>Alternaria alternata</i>	12,1	14,8	+2,7	1,6	1,9
<i>Rhizoctonia solani</i>	4,2	6,7	+2,5	1,1	1,3
<i>Pythium ultimum</i>	3,1	5,4	+2,3	1,0	1,2
Загальна інфікованість	23,8	28,5	+4,7	-	-

Видовий склад фітопатогенів, виявлених на насіннєвому матеріалі нуту сорту Зехавіт (табл. 1), включав *Ascochyta rabiei*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani* та *Pythium ultimum*. Частота виявлення патогенів у 2023 р. становила 23,8 %, а у 2024 р. – 28,5 %, що

Результати та їх обговорення

Одним із важливих етапів інтегрованого захисту рослин є вивчення видової структури фітопатогенних мікроорганізмів, що формують патоконплекси на різних етапах органогенезу культури. Враховуючи поширення ґрунтових і насіннєвих інфекцій у посівах нуту, особливого значення набуває комплексна оцінка ефективності як хімічних, так і біологічних засобів захисту рослин. Проведений аналіз фітопатогенної мікрофлори дозволив встановити видовий склад збудників хвороб, оцінити динаміку їхнього поширення залежно від сорту нуту, варіанту захисту та кліматичних умов, а також визначити біологічну ефективність застосованих препаратів (таблиці 1–4, рис. 2).

узгоджується зі збільшенням середньомісячної температури та зниженням гідротермічного коефіцієнта у весняний період 2024 р. Найвищу частоту мали *Ascochyta rabiei* (15,2–18,7 %) та *Alternaria alternata* (12,1–14,8 %), що вказує на їх значущу роль у структурі насіннєвої інфекції.

Таблиця 2

Динаміка поширення насіннєвої інфекції нуту сорту Кіра

Патоген	Частота виявлення, %		Зміна частоти, %	Інтенсивність, бал	
	2023 р.	2024 р.		2023 р.	2024 р.
<i>Ascochyta rabiei</i>	12,8	15,4	+2,6	1,5	1,8
<i>Fusarium oxysporum</i>	7,2	10,1	+2,9	1,3	1,5
<i>Botrytis cinerea</i>	5,5	7,8	+2,3	1,1	1,3
<i>Alternaria alternata</i>	10,3	12,7	+2,4	1,4	1,6
<i>Rhizoctonia solani</i>	3,8	5,9	+2,1	1,0	1,2
<i>Pythium ultimum</i>	2,7	4,6	+1,9	0,9	1,1
Загальна інфікованість	20,5	24,8	+4,3	-	-

За даними таблиці 2 для нуту сорту Кіра загальний рівень зараженості був дещо нижчим (20,5 % у 2023 р. і 24,8 % у 2024 р.), що свідчить про більшу стійкість цього сорту до насіннєвих інфекцій. Основними збудниками залишалися ті ж види, з дещо нижчою інтенсивністю розвитку ураження.

У фазі сходів спостерігалось суттєве зниження ураженості кореневими гнилями за рахунок застосування фунгіцидних і біологічних препаратів (таблиця 3–4). У контрольних варіантах (без обробки) рівень ураження у сорту Зехавіт становив 24,5 % у 2023 р. і 31,2 % у 2024 р., що було зумовлено впливом ґрунтових патогенів, переважно

Rhizoctonia solani, *Pythium ultimum* та *Fusarium oxysporum* (табл. 3). Погодні умови 2024 р., зокрема дефіцит вологи у травні (ГТК = 0,12), створювали сприятливі умови для розвитку корневих гнилей.

Застосування хімічних протруйників (Вітавакс 200 ФФ, Максим Адванс) дозволяло знизити ураженість у 2,5–4 рази порівняно з контролем. Найнижчі показники ураження фіксувалися у варіантах з комбінованим використанням фунгіцидів і біопрепаратів (Триходермін). Зокрема, поєднання Максим Адванс + Триходермін забезпечило зниження ураження до 3,8–5,9 % у сорту Зехавіт і до 2,9–4,7 % у сорту Кіра, підтверджуючи синергічний ефект хімічного й біологічного захисту.

Таблиця 3
Динаміка поширення фітопатогенів у фазі сходів рослин нуту сорту Зехавіт

Варіант обробки	Ураженість кореневими гнилями, %		Зміна ураженості, %	Домінуючі патогени	
	2023 р.	2024 р.		2023 р.	2024 р.
Контроль	24,5	31,2	+6,7	<i>Rhizoctonia, Pythium, Fusarium</i>	<i>Pythium, Rhizoctonia, Fusarium</i>
Вітавакс 200 ФФ	8,7	12,1	+3,4	<i>Pythium, Rhizoctonia</i>	<i>Pythium, Alternaria</i>
Максим Адванс	6,3	9,8	+3,5	<i>Rhizoctonia, Fusarium</i>	<i>Rhizoctonia, Pythium</i>
Вітавакс + Триходермін	4,2	6,5	+2,3	<i>Pythium</i>	<i>Pythium</i>
Максим Адванс + Триходермін	3,8	5,9	+2,1	<i>Fusarium</i>	<i>Rhizoctonia</i>
Біофосфорин + Триходермін	11,2	15,7	+4,5	<i>Rhizoctonia, Pythium</i>	<i>Pythium, Fusarium</i>
ФітоДоктор + Поліверсум	9,4	13,3	+3,9	<i>Pythium, Fusarium</i>	<i>Pythium, Rhizoctonia</i>

Таблиця 4
Динаміка поширення фітопатогенів у фазі сходів рослин нуту сорту Кіра

Варіант обробки	Ураженість кореневими гнилями, %		Зміна ураженості, %	Домінуючі патогени	
	2023 р.	2024 р.		2023 р.	2024 р.
Контроль	19,8	26,4	+6,6	<i>Rhizoctonia, Fusarium, Pythium</i>	<i>Pythium, Fusarium, Rhizoctonia</i>
Вітавакс 200 ФФ	7,1	10,3	+3,2	<i>Pythium, Rhizoctonia</i>	<i>Pythium, Fusarium</i>
Максим Адванс	5,2	8,1	+2,9	<i>Rhizoctonia, Fusarium</i>	<i>Fusarium, Pythium</i>
Вітавакс + Триходермін	3,4	5,2	+1,8	<i>Pythium</i>	<i>Pythium</i>
Максим Адванс + Триходермін	2,9	4,7	+1,8	<i>Fusarium</i>	<i>Fusarium</i>
Біофосфорин + Триходермін	9,6	13,1	3,5	<i>Rhizoctonia, Pythium</i>	<i>Pythium, Fusarium</i>
ФітоДоктор + Поліверсум	8,1	11,8	+3,7	<i>Pythium, Fusarium</i>	<i>Pythium, Rhizoctonia</i>

У післязбиральний період рівень біологічної ефективності захисту підтвердив отримані результати (рис. 2). У 2023 р. найвищу ефективність продемонстрували варіанти Максим Адванс + Триходермін (83,7 % для сорту Зехавіт і 86,8 % для сорту Кіра), що зберіглося і в 2024 р. (81,2–84,3 %

відповідно). Біологічні препарати без хімічного супроводу забезпечували помірний рівень захисту (49,7–61,8 %), що свідчить про необхідність інтегрованого підходу для ефективного контролю фітопатогенної мікрофлори в умовах Полтавської області.

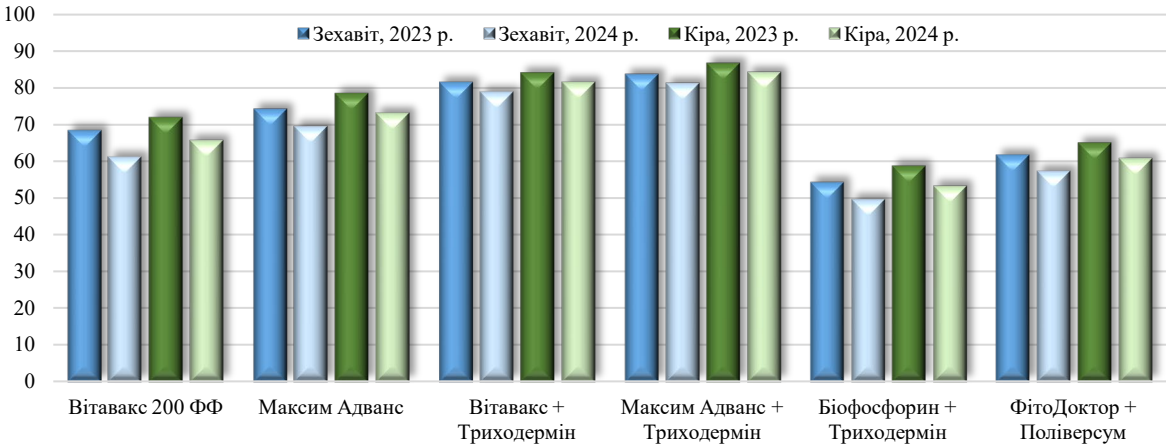


Рис. 2. Ефективність варіантів захисту (біологічна ефективність, %) для дослідних сортів нуту

Загалом встановлено, що сорт Кіра мав вищу стійкість до розвитку корневих гнилей на всіх етапах вегетації, що обумовлено його генетичними особливостями. Кліматичні умови обох років, особливо критичний дефіцит вологи у травні 2024 р., істотно впливали на розвиток патогенів, зокрема на зростання частоти ураження *Pythium ultimum* і *Rhizoctonia solani* у фазі сходів.

Отримані результати підтверджують доцільність використання комбінованих схем захисту із

застосуванням хімічних протруйників (Максим Адванс) у поєднанні з біофунгіцидами (Триходермін), що забезпечує ефективний контроль основних видів фітопатогенів нуту та сприяє стабілізації продуктивності культури за контрастних погодних умов.

Результати проведених досліджень підтверджують складність фітосанітарної ситуації з нутом в умовах Лісостепу України та необхідність комплексного підходу до захисту культури від патогенних мікроорганізмів. Отримані дані щодо видового складу

фітопатогенної мікрофлори нуту та ефективності різних схем захисту узгоджуються з результатами попередніх досліджень і доповнюють наявні знання новими аспектами.

Аналіз насінневої інфекції показав високий рівень контамінації насіннєвого матеріалу нуту патогенними мікроорганізмами. Загальна інфікованість насіння сорту Зехавіт становила 23,8–28,5 %, а сорту Кіра – 20,5–24,8 % залежно від року досліджень. Ці показники корелюють з результатами Г.Д. Поспелової та ін. [24], які встановили інфікованість насіння нуту сорту Зехавіт на рівні 74,3 %. Деяка розбіжність у показниках може бути пояснена різними методиками аналізу та умовами зберігання насіннєвого матеріалу.

Домінуючими патогенами в структурі насіннєвої інфекції виявилися *Ascochyta rabiei* (12,8–18,7 %), *Alternaria alternata* (10,3–14,8 %) та *Fusarium oxysporum* (7,2–12,3 %), що відповідає даним літератури про провідну роль цих збудників у патогенному комплексі нуту. У дослідженні [24] також відзначали високу частоту виявлення *Alternaria* spp. (28,7–33,7 %) і *Fusarium* spp. (4,6–7,2 %) на насінні нуту, підтверджуючи стабільність видового складу фітопатогенної мікрофлори культури в різних регіонах України.

Важливо відзначити, що сорт Кіра продемонстрував нижчі показники інфікованості порівняно з сортом Зехавіт, що може свідчити про його генетично зумовлену стійкість до насінневих інфекцій. Це узгоджується з характеристикою сорту як стійкого до основних хвороб та адаптивного до умов центральної частини України.

Результати оцінки ефективності хімічних і біологічних препаратів показали значні переваги комбінованих схем захисту. Найвищу біологічну ефективність (81,2–86,8 %) забезпечило поєднання Максим Адванс + Триходермін, що підтверджує синергічний ефект хімічного та біологічного компонентів.

Г.Д. Поспелова та ін. [24] у лабораторних умовах встановили, що композиція Біофосфорин + ФітоДоктор + Триходермін знижувала рівень контамінації насіння до 91,8 %, переважно через пригнічення бактеріальної інфекції. Однак, найкращі результати отримано за використання Максим Адванс – 92,8 % здорових проростків. Наші польові дослідження показали дещо нижчу ефективність варіанта ФітоДоктор + Поліверсум (57,4–65,2 %) та композиції Максим Адванс + Триходермін (81,2–86,8 %), що може бути пояснено більш складними умовами польового експерименту порівняно з лабораторними.

Погодно-кліматичні умови досліджуваних років суттєво впливали на розвиток фітопатогенної мікрофлори. Критичний дефіцит вологи у травні 2024 р. (ГТК = 0,12) створював стресові умови для рослин і сприяв розвитку кореневих гнилей, що проявилось у збільшенні ураженості контрольних варіантів до 26,4–31,2 %.

У дослідженні [24] також підкреслено важливість контролю за фітосанітарним станом насіннєвого матеріалу в сучасних умовах ведення сільського господарства в Україні, особливо в контексті мінливих погодних умов. Наші результати

підтверджують необхідність адаптації систем захисту до конкретних агрометеорологічних умов регіону.

Сорт Кіра стабільно демонстрував вищу стійкість до фітопатогенів на всіх етапах досліджень. Ураженість кореневими гнилями у фазі сходів для цього сорту була на 4,7–4,8 % нижчою порівняно з сортом Зехавіт у контрольних варіантах. Біологічна ефективність захисних заходів для сорту Кіра також була вищою (84,3–86,8 % для найкращого варіанта), що свідчить про успішне поєднання генетичної стійкості з хімічним захистом.

Результати досліджень переконливо доводять доцільність інтегрованого підходу до захисту нуту від фітопатогенів. Г.Д. Поспелова та ін. [24] відзначали позитивний вплив композиційних сумішок біологічних препаратів на посівні якості і фітосанітарний стан насіння. Наші дослідження розширюють ці висновки, демонструючи ефективність комбінованого використання хімічних і біологічних препаратів у польових умовах.

Особливо важливим є той факт, що комбіновані схеми забезпечували стабільно високу ефективність протягом двох років досліджень з різними погодними умовами, що свідчить про їх надійність і перспективність для виробничого використання.

На основі отриманих результатів можна рекомендувати:

1. Використання комбінованих схем захисту з поєднанням Максим Адванс (1,0 л/т) + Триходермін (1,0 л/т) для обробки насіння нуту перед посівом.

2. Перевагу сорту Кіра в регіонах з підвищеним фітопатогенним фоном завдяки його генетично зумовленій стійкості.

3. Обов'язковий контроль фітосанітарного стану насіннєвого матеріалу, особливо за несприятливих погодних умов.

4. Адаптацію систем захисту до конкретних агрометеорологічних умов регіону та року.

Отримані результати вносять значний вклад у розуміння особливостей захисту нуту від фітопатогенів в умовах Лісостепу України та можуть служити основою для розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення продуктивності цієї важливої бобової культури.

Висновки

За результатами проведених досліджень доцільно відзначити, що рівень ураженості насіннєвим і ґрунтовим патогенним комплексом нуту суттєво залежав як від сортових особливостей, так і від погодних умов вегетаційного періоду. Погодні умови 2024 р., зокрема дефіцит вологи в критичні фази органогенезу культури, сприяли активізації розвитку фітопатогенів, що відображалось у збільшенні частоти виявлення основних збудників інфекції.

Встановлено, що основну частку в структурі патоконкомплексу становили *Ascochyta rabiei*, *Alternaria alternata* та *Fusarium oxysporum*, частота виявлення яких була істотно вищою у сорту Зехавіт порівняно з сортом Кіра. При цьому сорт Кіра проявив кращі показники стійкості до розвитку хвороб упродовж усього періоду досліджень.

Максимальну біологічну ефективність забезпечувало застосування інтегрованих схем захисту, зокрема поєднання Максим Адванс із Трихoderміном, що дозволяло знижувати поширеність і розвиток хвороб до економічно безпечного рівня.

Перспективи подальших досліджень передбачають вивчення впливу хімічних і біологічних препаратів не лише на розвиток хвороб, а й на популяції основних шкідників нуту в умовах Лісостепу України.

Конфлікт інтересів

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

References

- Kumari, N., & Malik, D. (2024). Status, growth and variability of chickpea production in India. *Agricultural Science Digest - A Research Journal*. <https://doi.org/10.18805/ag.d-6065>
- Lykhochvor, V. V., & Pushchak, V. I. (2018). Vplyv norm vysivu ta intensyfikatsii tekhnologii na formuvannya urozhainosti sortiv nutu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 1, 133–141 [in Ukrainian]
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). FAOSTAT statistical database. [Rome]: FAO. Retrieved from: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Arriagada, O., Cacciottolo, F., Cabeza, R. A., Carrasco, B., & Schwember, A. R. (2022). A comprehensive review on chickpea (*Cicer arietinum* L.) breeding for abiotic stress tolerance and climate change resilience. *International Journal of Molecular Sciences*, 23 (12), 6794. <https://doi.org/10.3390/ijms23126794>
- Zhuk, M., Rudenko, V., & Khodjibekov, S. (2025). Peculiarities of chickpea growing technology in the Steppe Zone of Ukraine. *BIO Web of Conferences*, 151, 01011. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202515101011>
- Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., & Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108 (S1), S11–S26. <https://doi.org/10.1017/s0007114512000797>
- Chaika, T. O., & Ponomarenko, S. V. (2015). Efektyvna sivozmina v orhanichnomu zemlerobstvi: sutnist, pravyla ta pryntsypy. *Ahrarnyi Biuletyn*, 52, 17–21 [in Ukrainian]
- Babych, A. O., & Babych-Poberezhna, A. A. (2008). Svitovi resursy roslynnoho bilka. *Selekcija i Nasinnytvo*, 96, 215–222. [in Ukrainian]
- Moisiienko, V. (2017). Scientific bases ways of increasing (*Cicer arietinum* L.) productivity in Ukraine. *Scientific Horizons*, 20 (2), 3–11.
- Adamenko, T. (2006). Zmina agroklimatichnykh umov ta yikh vplyv na zernove gospodarstvo. *Agronom*, 3, 12–15 [in Ukrainian]
- Chernik, I. V., & Tryhuba, O. V. (2023). Common chickpea (*Cicer arietinum* L.) – a prospective legume culture of the Western Forest Steppe of Ukraine. *Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology*, 83 (3–4), 117–126. <https://doi.org/10.25128/2078-2357.23.3-4.13>
- Melnyk, A., Romanko, Y., Brunov, M., Sorokolit, E., & Kubrak, T. (2020). Growth and development of chickpeas under the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 40 (2), 38–46. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2020.2.5>
- Sichkar, V. I., & Bushulian, O. V. (2000). Perspektyvy selekcii nutu v umovakh pivnichnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 1, 38–40. [in Ukrainian]
- Kvitko, H. P., Mykhalchuk, D. P., & Karasevych, V. V. (2013). Perspektyvy vyroshchuvannya nutuposivnoho v umovakh lisostepu Ukrainy. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 75, 113–120. [in Ukrainian]
- Hiremath, P. J., Farmer, A., Cannon, S. B., Woodward, J., Kudapa, H., Tuteja, R., Kumar, A., BhanuPrakash, A., Mulaosmanovic, B., Gujaria, N., Krishnamurthy, L., Gaur, P. M., KaviKishor, P. B., Shah, T., Srinivasan, R., Lohse, M., Xiao, Y., Town, C. D., Cook, D. R., May, G. D., & Varshney, R. K. (2011). Large-scale transcriptome analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.), an orphan legume crop of the semi-arid tropics of Asia and Africa. *Plant Biotechnology Journal*, 9 (8), 922–931. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2011.00625.x>
- Pospelov, S. V., Levchenko, L. M., Chaika, T. O., Perepelytsia, A. A., Shandyba, V. O., & Popova, K. M. (2020). Crops' productivity in short-term rotations depending on tillage and fertilization in the Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 69–79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.08>
- Palamarchuk, V. D., Polishchuk, I. S., Kalenska, S. M., & Yermakova, L. M. (2011). *Systemy suchasnykh intensyvykh tekhnologii u roslynnytstvi*. Vinnytsia [in Ukrainian]
- Sharma, K. D., Chen, W., & Muehlbauer, F. J. (2005). Genetics of chickpea resistance to five races of fusarium wilt and a concise set of race differentials for *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris. *Plant Disease*, 89 (4), 385–390. <https://doi.org/10.1094/pd-89-0385>
- Sharma, K. D., & Muehlbauer, F. J. (2007). Fusarium wilt of chickpea: physiological specialization, genetics of resistance and resistance gene tagging. *Euphytica*, 157 (1–2), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10681-007-9401-y>
- Kyryk, M. M., Taranukho, Yu. M., Pikoyskyi, M. Y., & Diachenko, O. M. (2014). Rozvytokkorennykh hnylei nutu ta vydovyi sklad yikh zbudnykiv. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannya Ukrainy: Seriya: Ahronomiia*, 195 (1), 152–155. [in Ukrainian]
- Pikoyskyi, M. I. (2014). Diahnostychni oznaky siroi hnyli nutu. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 9, 1–3. [in Ukrainian]
- Bushulian, O. V., Sichkar, V. I., & Babaiants, O. V. (2014). Zakhyst nutu vid shkidlyvykh orhanizmiv. *Ahronom*, 2, 156–161. [in Ukrainian]
- Koul, B., Sharma, K., Sehgal, V., Yadav, D., Mishra, M., & Bharadwaj, C. (2022). Chickpea (*Cicer arietinum* L.) biology and biotechnology: from domestication to biofortification and biopharming. *Plants*, 11 (21), 2926. <https://doi.org/10.3390/plants11212926>
- Pospelova, G. D., Kovalenko, N. P., Nechiporenko, N. I., Stepanenko, R. O., & Sherstiuk, O. L. (2021). Influence of fungicidal disinfectants on pathogenic complex and laboratory germination of soybean seeds. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 72–79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.08>
- Pospelova, H. D., Barobolia, O. V., & Morozova, O. O. (2018). Influence of biological preparations on the phytosanitary state of soybean seeds. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 37–42. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.05>
- Pysarenko, V. M., Pishchalenko, M. A., Horb, O. O., Pospelova, H. D., Kovalenko, N. P., & Sherstiuk, O. L. (2020). *Intehrovanyi zakhyst roslyn*. Poltava [in Ukrainian]
- Kalenska, S. M., Yermakova, L. M., & Palamarchuk, V. D. (2015). *Systemy suchasnykh intensyvykh tekhnologii u roslynnytstvi*. Vinnytsia: Rohalska I. O. [in Ukrainian]
- BINITRO NUT. (n.d.). *TD "Enzym-Ahro"*. Retrieved from: <https://agro.enzim.biz/docs/preparat/binitro-nut.pdf> [in Ukrainian]

ORCID

V. Shuleshenko 

<https://orcid.org/0009-0002-9057-7382>



2025 by the author(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.

The formation of hemp (*Cannabis sativa* L.) yield capacity depending on the sown areas weed infestation

O. Ovsianyk | M. Marenych✉

Article info

Correspondence Author

M. Marenych

E-mail:

mykola.marenych@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Ovsianyk, O., & Marenych, M. (2025). The formation of hemp (*Cannabis sativa* L.) yield capacity depending on the sown areas weed infestation. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (3), 32–36. doi: 10.31210/spi2025.28.03.05

Hemp is a crop, which requires the diligently developed cultivation technology without considering its unique adaptive ability and competition with weeds as well as resistance to unfavorable cultivation factors. The analysis of theoretical material has shown that there is a considerable lack of data and scientific results. In Ukraine, a limited amount of herbicides for applying on hemp is available; therefore the topicality of the research is undoubted, as some preparations may have a considerable negative effect on the crop itself. In connection with all the above mentioned, the purpose of the paper was to find the peculiarities of hemp seed and straw yield formation depending on weed infestation and using the rates of herbicides to control their amount. The studies were conducted with Glesia, Sofia, and Gliana hemp varieties in “Olyshivka” LLC of Chernihiv region. To make the experiment, Gesagard, Stomp and Senkor Liquid herbicides were used. It was found that the use of minimal rates of Gesagard (1.5 l/ha), Stomp (1.5 l/ha), and Senkor Liquid (0.3 l/ha) herbicides favored the increase in seed yield by 0.12–0.20 t/ha in comparison with the control, where the herbicides were not applied. Straw yield grew considerably less; however the increase to 8 % was statistically reliable. The highest straw yield was fixed on the variants when using Senkor Liquid (metribuzin, 600 g/l) in the rates of 0.3 l/ha and 0.5 l/ha. The increase in the preparation application rate to 0.75 l/ha caused the decrease in the straw yield by 0.1 t/ha. Such results are explained by the dependence between the amount and weight of segetal plants and hemp yield capacity – the unfavorable effect of weeds on seed yield in hemp agro-ecosystem was characterized by a strong negative correlation – $r = -0.72$, and on straw yield it was somewhat lower and made $r = -0.57$. It has been found that the main factor, which affects the yield formation, was the conditions of cultivation years – moisture deficit against the background of high temperatures caused almost the double seeds yield decrease. However, the straw yield increase was observed.

Keywords: hemp, variety, weeds, application rates, seeds yield, straw yield.

Формування урожайності конопель посівних (*Cannabis sativa* L.) залежно від забур'яненості посівів

О. О. Овсяник | М. М. Маренич

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Конопля є культурою, яка потребує ретельно розробленої технології вирощування, не зважаючи на їхню унікальну адаптивну здатність й конкуренцію з бур'янами та стійкість до несприятливих факторів вирощування. Аналіз теоретичного матеріалу показав, що існує серйозний брак даних й наукових результатів. В Україні для застосування на коноплях посівних є обмежена кількість гербіцидів, тому актуальність досліджень є безперечною, оскільки деякі препарати можуть мати істотний негативний вплив на саму культуру. У зв'язку з вищенаведеним, метою роботи було встановити особливості формування врожайності насіння і соломи конопель залежно від забур'яненості та застосування норм гербіцидів для контролю за їхньою чисельністю. Дослідження проводилися з сортами конопель Глесья, Софія й Гліана в умовах ТОВ «Олишівка», Чернігівської області. Для проведення дослідів використано гербіциди Гезагарт, Стомп та Зенкор ліквід. Встановлено, що використання мінімальних норм використання гербіцидів – Гезагарт (1,5 л/га), Стомп (1,5 л/га), Зенкор Ліквід (0,3 л/га) сприяло збільшенню врожайності насіння на 0,12–0,20 т/га порівняно з контролем, де гербіциди не використовувалися. Значно менше зростала врожайність соломи, однак прибавка до 8 % була статистично достовірною. Найбільша врожайність соломи зафіксована на варіантах з використанням Зенкор Ліквід (метрибузин, 600 г/л) в нормах 0,3 л/га та 0,5 л/га. Збільшення норми внесення препарату до 0,75 л/га спричинило зменшення врожайності соломи на 0,1 т/га. Такі результати пояснюються залежністю між кількістю й масою сеgetальних рослин та урожайністю конопель – несприятлива дія наявності бур'янів у агроценозі конопель на врожайність насіння характеризувалася сильною зворотною кореляцією – $r = -0.72$, а на врожайність соломи вона була дещо меншою й становила $r = -0.57$. Встановлено, що головним фактором, який впливає на формування урожайності виявилися умови років вирощування – дефіцит вологи на фоні високих температур спричинив зменшення врожайності насіння майже удвічі. При цьому спостерігалось збільшення врожайності соломи.

Ключові слова: конопля посівна, сорт, бур'яни, гербіциди, норми внесення, урожайність насіння, урожайність соломи.

Бібліографічний опис для цитування: Овсяник О. О., Маренич М. М. Формування урожайності конопель посівних (*Cannabis sativa* L.) залежно від забур'яненості посівів. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 32–36.

Вступ

Коноплі посівні – цінна продовольча та технічна культура, адже вміст поліненасичених і жирних кислот в олії обумовлює унікальні харчові особливості олії [1, 2]. Також продукція коноплярства широко використовується в кондитерській, косметичній галузях та фармакології. З відродженням і розвитком коноплярства зростає попит на волокно конопель, яке використовується в багатьох галузях промисловості, характеризуючись мінімумом шкідливого впливу на навколишнє середовище, оскільки коноплі є сировиною для отримання стійкої тканини, звукоізоляційних матеріалів та композитних матеріалів. Полімерні матеріали потребують надзвичайно складної системи утилізації, а заміна їх на такі ж, виготовлені з конопляного волокна, практично, повністю вирішує цю проблему [3–5].

Разом з тим, коноплі є культурою, яка потребує ретельно розробленої технології вирощування, не зважаючи на побутуючу думку про їхню стійкість до несприятливих факторів вирощування і конкуренцію з сеgetальними рослинами [6, 7]. Як зазначається у науковій періодиці наявність бур'янів у агроценозах може істотно зменшити врожайність насіння і соломи культури та негативно позначитися на якості волокна. Слід зазначити, що в науковій літературі бракує даних щодо втрат урожайності конопель через конкуренцію з бур'янами та ефективність використання добрив [8, 9].

Найефективнішим методом боротьби з сеgetальною рослинністю є застосування гербіцидів, хоча вони можуть мати негативний вплив і на розвиток рослин самої культури [10–14]. Варто зазначити, що до того ж на коноплях зареєстрована обмежена кількість препаратів [15–18], що може становити проблеми для отримання якісної продукції. Таким чином, застосування гербіцидів потребує суворих і точних регламентів та використання сучасних методів контролю. Для контролю за кількістю бур'янів досить ефективним може виявитися застосування цифрових технологій моніторингу, яке дає змогу моделювати об'єм надземної біомаси, хоча ця робота повинна включати якомога детальніші спостереження [19].

Важливу роль відіграє ефективність і селективність гербіцидів, адже вони можуть мати негативний вплив на розвиток рослин самої культури. Так, наприклад, нікосульвурон може спричинити значні зміни в габітусі рослин конопель, також можуть вплинути негативно на формування врожайності такі діючі речовини як атразин та фомесафен [20]. Також необхідно звернути увагу на ймовірність негативного впливу гербіцидів на якість продукції конопель – обробка гліфосатом може призвести до зменшення вмісту целюлози і геміцелюлози у волокні, що позначається на його міцності. Подібну дію можуть мати і високі норми метрибузину [21].

Аналізуючи сучасні літературні джерела, можна зробити висновок, що заборона на вирощування конопель посівних призвела до значного уповільнення розвитку теоретичних знань і практичних напрацювань порівняно з іншими

культурами, а в умовах України наукові розробки для коноплярства мають ще гострішу актуальність.

Мета дослідження

Мета досліджень – встановити особливості формування врожайності насіння і соломи конопель залежно від забур'яненості та застосування норм гербіцидів для контролю за їхньою чисельністю.

Завдання досліджень: визначити особливості впливу сеgetальної рослинності на формування урожайності конопель посівних, ефективність гербіцидів для контролю забур'яненості та встановити оптимальні норми застосування.

Матеріали і методи

Дослідження проводилися з сортами конопель Глессія, Софія й Гляня в умовах ТОВ «Олишівка», яке розміщене в с. Олишівка Чернігівського району Чернігівської області. Ґрунти дослідної ділянки дерново-підзолисті ґрунти з вмістом гумусу в дерново-підзолистих ґрунтах становить 1,78 %, $pH_{\text{сол}}=5,2-5,4$. Вміст рухомого фосфору становить 121 мг/кг ґрунту, забезпеченість обмінним калієм середня – 118 мг/кг ґрунту. Вміст легкогідролізованого азоту низький і становив 50 мг/кг ґрунту. Досліджувалися норми внесення гербіцидів: Гезагард (1,5, 1,7 і 2 л/га), Стомп (1,5, 2, 2,5 і 3 л/га), Зенкор ліквід (0,3, 0,5 і 0,75 л/га). Розміщення варіантів у досліді рандомізоване, повторність – трикратна.

Результати та їх обговорення

Отримані дані свідчать про позитивну дію застосування гербіцидів на формування урожайності насіння і соломи конопель. За результатами дворічних даних лише використання мінімальної норми Гезагарду (1,5 л/га) дало змогу отримати зростання врожайності насіння і соломи конопель в межах найменшої істотної різниці (*табл. 1*). Решта варіантів мали істотне збільшення врожайності насіння, причому прибавка коливалася в межах 0,12–0,20 т/га, що становило майже 27–44 % порівняно з контролем, що свідчить про негативну роль сеgetальної рослинності в зменшенні продуктивності агроценозів. Подібною, але менш вираженою до цієї, була ситуація з врожайністю соломи конопель – прибавка врожайності соломи становила 5–8 % і була статистично достовірною. Це дає змогу припустити, що особливо важливим є контроль за чисельністю бур'янів для вирощування конопель на насіння.

Ефективність гербіцидів особливо помітна за показником вегетативної маси бур'янів у середині вегетації – вона була найменшою на варіантах із використанням гербіцидів Гезагард (1,7 л/га), Стомп (2,5 л/га) й Зенкор Ліквід (0,5 л/га). За кількістю рослин бур'янів різниця була ще переконливішою – якщо на контрольних варіантах загальна кількість сеgetальної рослинності, основним компонентом якої була лобода біла

(*Chenopodium album*), вимірювалася сотнями екземплярів то на варіантах із застосуванням

гербіцидів вона становила лише декілька десятків пригнічених рослин.

Таблиця 1

Середня врожайність сортів залежно від використання гербіцидів (2023–2024 рр.)

Варіант досліджу	Вага вегетативної маси бур'янів, кг/м ²	Урожайність насіння, т/га	Урожайність соломи, т/га
Контроль	0,45	0,45	4,46
Гезагард (1,5 л/га)	0,22	0,50	4,50
Гезагард (1,7 л/га)	0,13	0,57	4,55
Гезагард (2 л/га)	0,24	0,61	4,60
Стомп (1,5 л/га)	0,19	0,62	4,67
Стомп (2 л/га)	0,18	0,62	4,72
Стомп (2,5 л/га)	0,12	0,64	4,77
Стомп (3 л/га)	0,23	0,64	4,79
Зенкор Ліквід (0,3 л/га)	0,22	0,65	4,83
Зенкор Ліквід (0,5 л/га)	0,12	0,64	4,84
Зенкор Ліквід (0,75 л/га)	0,16	0,64	4,74
<i>HIP₀₅</i>	0,19	0,14	0,14

Тут слід зробити зауваження, що застосування повної норми метрибузину – Зенкор Ліквід (0,75 л/га) призвело до зменшення врожайності соломи, що підтверджує дані J. C. S. Fernandes Júnior з колегами, Bashir та ін. [20, 21].

Негативний вплив бур'янів на формування врожайності насіння і соломи конопель продемонстровано на **рисунку 1**. Особливо відчутна

несприятлива дія наявності бур'янів у агроценозі конопель на врожайність насіння, де спостерігалася сильна зворотна кореляція – $r = -0,72$. На врожайність соломи ця дія спостерігалась менше – $r = -0,57$. Практично в таких же межах спостерігався й вплив наявних рослин лободи білої, оскільки це був домінуючий бур'ян у посівах.

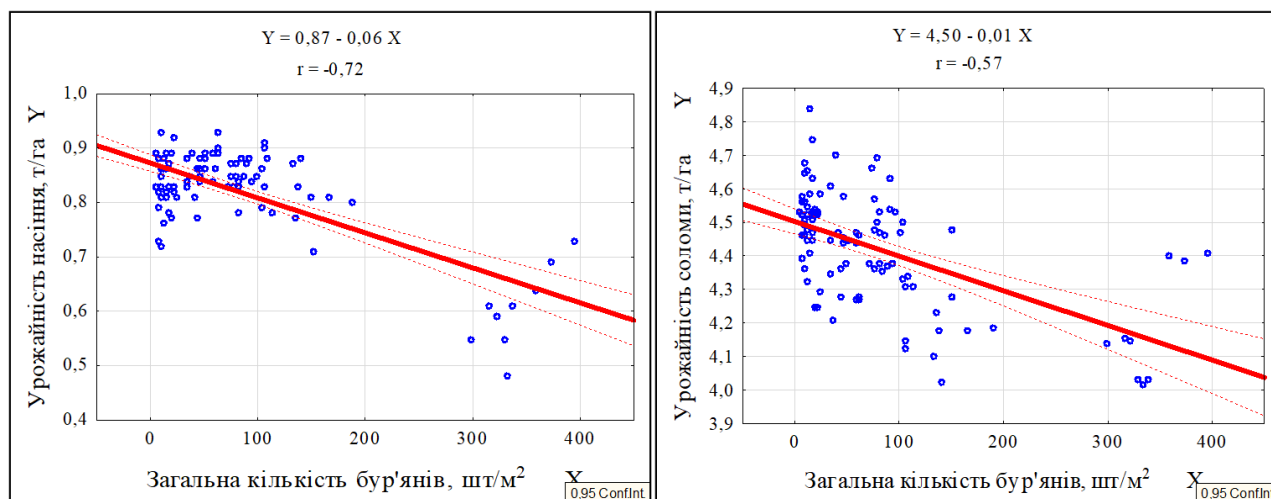


Рис. 1. Графік регресії урожайності насіння та соломи залежно від кількості бур'янів

Найважливішим фактором, який впливає на врожайність насіння конопель були умови років вирощування (**рис. 2**). Під дією температур і дефіциту вологи протягом вегетаційного періоду урожайність насіння у 2024 році була майже на 50 % меншою порівняно з попереднім роком. Стосовно врожайності соломи то вона в 2024 році була навіть більшою порівняно з попереднім роком і її середній рівень становив – 4,97 т/га, тобто прибавка врожайності становила 0,57 т/га. Слід зазначити, що застосування гербіцидів, призводячи до збільшення врожайності насіння порівняно з контрольним варіантом, давало змогу отримати врожайність насіння на рівні

0,8–0,86 т/га у 2023-му й 0,41–0,43 т/га – у 2024 році, в той час коли на контрольному варіанті без застосування гербіцидів вона не перевищувала 0,61 й 0,29 т/га відповідно.

Слід зазначити, що умови років також обумовлюють негативну дію забур'яненості – якщо у 2023 році коефіцієнти кореляції між загальною кількістю бур'янів і врожайністю насіння становили $-0,72 \dots -0,48$ то у 2024 році, під дією несприятливих умов, значення було дещо меншим – $r = -0,36 \dots -0,29$. Аналіз впливів показав, що у комбінації факторів сорту застосування гербіцидів та їхньої взаємодії частка становила відповідно 50–76 і 13–16 % відповідно.

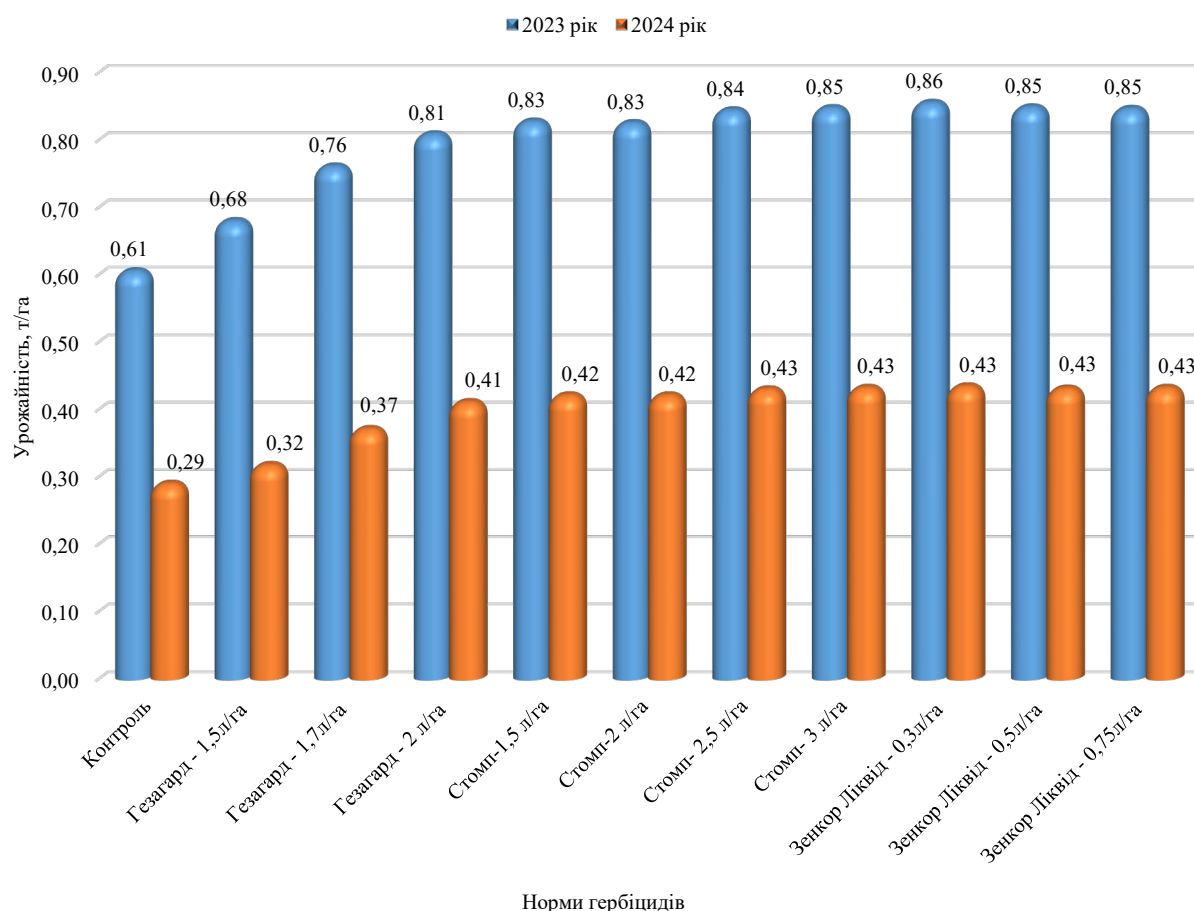


Рис. 2. Врожайність насіння залежно від умов року вирощування

Висновки

Аналіз літературних джерел виявив значний брак теоретичних знань та наукових результатів, що пов'язано з тривалою заборобою на вирощування конопель посівних, практично, в усьому світі. Результати досліджень свідчать, що умови років вирощування можуть мати домінуючий вплив на формування урожайності насіння, що може спричинити її зменшення до 50 %. Між кількістю бур'янів і урожайністю насіння існував сильний зворотний кореляційний зв'язок – $r = -0,72$. Наявність сегетальної рослинності справляє дещо менший вплив на формування врожайності солом – $r = -0,57$. Збільшені норми метрибузину можуть призвести до пригнічення рослин і зменшення врожайності солом конопель.

Конфлікт інтересів

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

References

- Pylypchenko, A. V. (2018). Rezultaty vyprobuvannia orhanichnykh promyslovykh konopel u TOV" Instytut orhanichnoho zemlerobstva". *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho unive-rsytetu Seriya «Roslynnytstvo, selektsiia i nasynnytstvo, plodo-ovochivnytstvo i zberihannia»*, 2, 162–170. [in Ukrainian]
- Visković, J., Zheljaskov, V. D., Sikora, V., Noller, J., Latković, D., Ocamb, C. M., & Koren, A. (2023). Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) agronomy and utilization: A review. *Agronomy*, 13 (3), 931. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030931>
- Campbell, B. J., Berrada, A. F., Hudalla, C., Amaducci, S., & McKay, J. K. (2019). Genotype × environment interactions of industrial hemp cultivars highlight diverse responses to environmental factors. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 2 (1), 1–11. <https://doi.org/10.2134/age2018.11.0057>
- Vereshchahin, I., & Kandyba, N. (2020). Cannabis seeds (*Cannabis sativa* L.) as a source of irreplaceable food components. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 40 (2), 3–13. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2020.2.1>
- Vonapartis, E., Aubin, M.-P., Seguin, P., Mustafa, A. F., & Charron, J.-B. (2015). Seed composition of ten industrial hemp cultivars approved for production in Canada. *Journal of Food Composition and Analysis*, 39, 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.11.004>
- Kolodziej, J., Pudelko, K., & Mańkowski, J. (2023). Energy and biomass yield of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) as influenced by seeding rate and harvest time in Polish agro-climatic conditions. *Journal of Natural Fibers*, 20 (1). <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2159609>
- Farnisa, M. M., Miller, G. C., Solomon, J. K. Q., & Barrios-Masias, F. H. (2023). Floral hemp (*Cannabis sativa* L.) responses to nitrogen fertilization under field conditions in the high desert. *PLOS ONE*, 18 (5), e0284537. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284537>
- Kakabouki, I., Tataridas, A., Mavroidis, A., Kousta, A., Karydogianni, S., Zisi, C., Kouneli, V., Konstantinou, A., Folina, A., Konstantas, A., & Papastilianou, P. (2021). Effect of colonization of *Trichoderma harzianum* on growth development and cbd content of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Microorganisms*, 9 (3), 518. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030518>
- Vijaya Kumar, I. M. K., Mazhar, M. S., & Nawaz, S. (2024). Potential of establishing industrial hemp value Chains in Northern Australia. *Electronic Journal of Structural Engineering*, 24 (S1), 17–22. <https://doi.org/10.56748/ejse.24539>

10. Zaric, M., Canella Vieira, B., Houston, B., Sousa Alves, G., Wortman, S. E., Peterson, J., & Kruger, G. R. (2024). Industrial hemp biomass negatively affected by herbicide drift from corn and soybean herbicides. *Scientific Reports*, 14 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-78209-5>
11. Singh, G., Slonecki, T., Wadl, P., Flessner, M., Sosnoskie, L., Hatterman-Valenti, H., Gage, K., & Cutulle, M. (2024). Implementing digital multispectral 3D scanning technology for rapid assessment of hemp (*Cannabis sativa* L.) weed competitive traits. *Remote Sensing*, 16 (13), 2375. <https://doi.org/10.3390/rs16132375>
12. Shikanai, A., & Gage, K. L. (2022). Allelopathic potential of hemp: Implications for integrated weed management. *Frontiers in Agronomy*, 4. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.832471>
13. Ortmeier-Clarke, H. J., Oliveira, M. C., Arneson, N. J., Conley, S. P., & Werle, R. (2022). Dose-response screening of industrial hemp to herbicides commonly used in corn and soybean. *Weed Technology*, 36 (2), 245–252. <https://doi.org/10.1017/wet.2021.105>
14. Gitsopoulos, T., Tsaliki, E., Korres, N. E., Georgoulas, I., Panoras, I., Botsoglou, D., Vazanelli, E., Fifis, K., & Zisis, K. (2024). Response of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) to herbicides and weed control. *International Journal of Plant Biology*, 15 (2), 281–292. <https://doi.org/10.3390/ijpb15020024>
15. Kaur, N., Kumar, A., Malik, T., Girdhar, M., Singh, M., Singh, R., Tariq, Mohd., & Mohan, A. (2025). Herbicide use and weed management strategies in hemp cultivation. *Journal of Cannabis Research*, 7 (1). <https://doi.org/10.1186/s42238-025-00280-0>
16. Bajwa, P., Saini, R., Singh, S., Makkar, J., Trostle, C., & Singh, H. (2025). Effect of early and late post emergence herbicides on weed suppression, crop injury, and biomass yield of industrial hemp in semiarid conditions. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 8 (1). <https://doi.org/10.1002/agg2.70078>
17. Myers, E. A., Vollmer, K. M., Ristvey, A. G., & Fiorellino, N. M. (2025). Weed pressure across sequential plantings of industrial fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) produced in the mid-Atlantic. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 8 (2). <https://doi.org/10.1002/agg2.70090>
18. Caldwell, J., Colclasure, B. C., & Granberry, T. (2025). Challenges from the field: experiences of first-year hemp farmers in Nebraska. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 40. <https://doi.org/10.1017/s1742170524000334>
19. Hopf, A., Boote, K. J., Upadhyaya, Y., Singh, H., Mulvaney, M. J., Kaur, N., Sharma, L. K., Brym, Z., Watson, J. A., & Hoogenboom, G. (2025). Adaptation of the process-based CSM-CROPGRO model to simulate the growth and development of industrial hemp for seed and fiber production. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 8 (2). <https://doi.org/10.1002/agg2.70145>
20. Fernandes Júnior, J. C., da Silva Brochado, M. G., Rocha, S. B. F., & Mendes, K. F. (2025). Selectivity of herbicides applied in the post-emergence of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 60 (4), 148–160. <https://doi.org/10.1080/03601234.2025.2475647>
21. Bashir, S., Siddiqui, M. A., Al-Khedhairi, A. A., Girdhar, M., Malik, T., Kumar, A., & Mohan, A. (2025). Herbicide-induced alterations in hemp fiber: A comparative analysis of strength and morphology. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 20. <https://doi.org/10.1177/15589250251319321>

ORCID

O. Ovsianyk  <https://orcid.org/0009-0009-7476-1826>
M. Marenych  <https://orcid.org/0000-0002-8903-3807>



2025 by the author(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.

Varietal optimization of winter wheat for increasing yield and improving grain quality under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine

O. Barabolia[✉] | V. Yevlash

Article info

Correspondence Author

O. Barabolia

E-mail:

olga.barabolia@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Barabolia, O., & Yevlash, V. (2025). Varietal optimization of winter wheat for increasing yield and improving grain quality under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (3), 37–44. doi: 10.31210/spi2025.28.03.06

Winter bread wheat is a leading cereal crop in Ukraine, playing a key role in ensuring national food security and the export potential of the agricultural sector. Under conditions of increasing climatic instability and growing demands for grain quality, varietal optimization becomes increasingly important for improving adaptability, yield, and grain quality. The aim of this study was to assess the feasibility of replacing the Bardotka variety with the Baletka variety based on yield and grain quality indicators under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The research was conducted during 2022–2025 at the Bilagro LLC farm (Krasnohorivka village, Myrhorod district, Poltava region). The study focused on two Czech-bred winter bread wheat varieties: Bardotka and Baletka. It was established that replacing Bardotka with Baletka resulted in a significant increase in agroecological productivity: the average yield of Baletka exceeded that of Bardotka by 0.98 t/ha (+22.0 %). Furthermore, Baletka demonstrated greater yield stability under fluctuating climatic conditions, as confirmed by a lower coefficient of variation. Grain quality indicators of Baletka were also superior: the protein content was 1.82 p.p. higher, crude gluten content was 3.78 p.p. higher, and the thousand-grain weight was 5.6 g greater. These results ensured Baletka's consistent classification as a valuable wheat variety, whereas Bardotka did not always meet quality standards. The analysis of hydrothermal conditions revealed Baletka's higher adaptability to climatic stress, particularly during the grain-filling stage, when it maintained high productivity even under critically low hydrothermal coefficient values. Enhanced winter hardiness and drought resistance contributed to stable yield formation regardless of weather fluctuations. The results confirm the agronomic and economic efficiency of the varietal replacement, which leads to improved productivity, better grain quality, and greater production stability of winter bread wheat under climate change.

Keywords: varietal replacement, climate change, hydrothermal coefficient, protein content, gluten, thousand-grain weight.

Сортова оптимізація пшениці озимої для підвищення урожайності та покращення якості зерна в умовах Лівобережного Лісостепу України

О. В. Бараболя | В. В. Євлаш

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Пшениця м'яка озима є провідною зерновою культурою в Україні, відіграючи ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки й експортного потенціалу аграрного сектора. В умовах посилення кліматичної нестабільності та зростання вимог до якості зерна важливого значення набуває сортова оптимізація, спрямована на підвищення адаптивності, урожайності й якості пшениці. Мета дослідження – оцінити доцільність сортозаміни сорту Бардотка на сорт Балетка за показниками урожайності й якості зерна в умовах Лівобережного Лісостепу України. Дослідження проведені впродовж 2022–2025 рр. на базі ТОВ «Білагро» (с. Красногорівка, Миргородський район, Полтавська область). Об'єктом дослідження стали сорти пшениці м'якої озимої чеської селекції – Бардотка та Балетка. Установлено, що заміна сорту Бардотка на Балетку забезпечила суттєве підвищення продуктивності агроценозу: середня урожайність сорту Балетка перевищувала сорт Бардотка на 0,98 т/га (+22,0 %). Крім того, сорт Балетка демонстрував вищу стабільність урожайності в умовах мінливого клімату, що підтверджується нижчим коефіцієнтом варіації. Якісні характеристики зерна сорту Балетка також мали переваги: вміст білка був вищим на 1,82 в.п., сирової клейковини – на 3,78 в.п., маса 1000 зерен – на 5,6 г. Це забезпечувало стабільне віднесення сорту до класу цінної пшениці, на відміну від сорту Бардотка, яка не завжди відповідала якісним стандартам. Аналіз впливу гідротермічних умов на продуктивність засвідчив вищу адаптивність сорту Балетка до кліматичних стресів, особливо у посушливі періоди наливу зерна, де вона зберігала високу врожайність навіть при критично низьких значеннях гідротермічного коефіцієнта. Підвищена зимостійкість і посухостійкість сприяли стабільному формуванню врожаю незалежно від погодних коливань. Результати дослідження доводять доцільність та економічну ефективність сортозаміни, яка сприяє підвищенню продуктивності, покращенню якості зерна та стабілізації виробництва пшениці м'якої озимої в умовах кліматичних змін.

Ключові слова: сортозаміна, кліматичні зміни, гідротермічний коефіцієнт, вміст білку, клейковина, маса 1000 зерен.

Бібліографічний опис для цитування: Бараболя О. В., Євлаш В. В. Сортова оптимізація пшениці озимої для підвищення урожайності та покращення якості зерна в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 37–44.

Вступ

Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) є однією з найважливіших продовольчих культур світу та стратегічною культурою для України, займаючи провідне місце в структурі зернового виробництва [1, 2]. В умовах глобальних кліматичних змін і зростаючої потреби у продовольчій безпеці, підвищення ефективності виробництва пшениці озимої набуває особливої актуальності [3–5].

Лівобережний Лісостеп України характеризується сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами для вирощування пшениці озимої, проте в останні десятиліття спостерігається посилення аридизації клімату, що створює нові виклики для сільськогосподарського виробництва [6–8]. Підвищення температурного режиму та нерівномірність розподілу опадів протягом вегетаційного періоду вимагають перегляду сортової структури посівів з орієнтацією на більш адаптивні та стійкі до стресових факторів сорти [9, 10]. Без впровадження адаптивної селекції та генетичного удосконалення, очікується, що зростання температури на 1 °C спричинить зменшення світового виробництва пшениці приблизно на 6 % [11].

Сортова оптимізація є одним з найефективніших і економічно доступних способів підвищення продуктивності й якості зерна пшениці озимої [12, 13]. Зокрема, у дослідженні [14] відзначено, що своєчасна сортозаміна може забезпечити приріст урожайності на 40–60 %, тоді як за даними [15] сучасні сорти в середньому дають щорічний приріст врожайності на 0,9 %, що впродовж одного десятиліття еквівалентно збільшенню на 20–30 % порівняно зі старими генотипами. Водночас, нові сорти повинні поєднувати високу продуктивність з покращеними якісними характеристиками зерна, відповідаючи вимогам переробної промисловості [16, 17].

Особливого значення набуває проблема посухостійкості сортів пшениці озимої в контексті сучасних кліматичних змін [18], що супроводжуються збільшенням частоти посушливих періодів, температурних стресів і нестабільного вологозабезпечення [19, 20]. Дослідження показують, що сорти з підвищеною толерантністю до водного дефіциту здатні підтримувати стабільну врожайність навіть за умов тривалих гідротермічних стресів, що робить сортову адаптацію важливим інструментом пристосування сільськогосподарського виробництва до змін клімату [21]. Водночас такі сорти мають не лише демонструвати фізіологічну стійкість до стресів, а й зберігати високі якісні показники зерна – передусім вміст білка та клейковини, які є ключовими показниками для хлібопекарського та продовольчого використання [22].

Гідротермічні умови вегетації відіграють вирішальну роль у формуванні як кількісних, так і якісних характеристик зерна пшениці озимої, оскільки ефективність засвоєння елементів живлення й акумуляції білково-крохмального комплексу є безпосередньо залежною від температурного режиму та рівня вологозабезпечення [23]. У практиці агрономічного аналізу одним із найбільш інформативних показників взаємодії тепла та вологи

є гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який дозволяє оцінювати рівень забезпеченості посівів вологою з урахуванням температурного фону [24]. Використання ГТК як інтегрального індикатора дозволяє не лише прогнозувати реакцію сортів на умови вегетації, а й обґрунтовано оптимізувати агротехнічні заходи [25].

В умовах зростаючої кліматичної нестабільності математичне моделювання врожайності й якості зерна на основі агрокліматичних показників набуває все більшого значення. Такі підходи дозволяють не лише прогнозувати потенційну результативність за різних погодних сценаріїв, але й адаптувати технологічні рішення до конкретних умов вирощування – включно з вибором сорту, строків сівби, норм живлення тощо [26, 27].

Незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених сортовій оптимізації пшениці озимої, залишається актуальною потреба у комплексному вивченні адаптивності нових сортів до конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіонів України. Особливої уваги потребує порівняльна оцінка сортів за комплексом господарсько-цінних ознак в умовах мінливості кліматичних факторів.

Мета дослідження

Мета дослідження – встановити ефективність сортової оптимізації пшениці м'якої озимої для підвищення урожайності та покращення якості зерна в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Завдання дослідження: провести порівняльний аналіз агрономічних характеристик сортів пшениці м'якої озимої Бардотка та Балетка за комплексом господарсько-цінних ознак; проаналізувати вплив агрокліматичних умов на продуктивність та якість зерна сортів з використанням гідротермічних коефіцієнтів для критичної фази розвитку культури; дослідити динаміку врожайності дослідних сортів протягом 2020–2025 рр. й оцінити їх стабільність; визначити якісні показники зерна; провести економічну оцінку ефективності сортозаміни та обґрунтувати доцільність впровадження сорту Балетка.

Матеріали і методи

Дослідження проведено впродовж 2020–2025 рр. в умовах Лівобережного Лісостепу України на базі ТОВ «Білагро», розташованого в селі Красногорівка Миргородського району. Географічне розташування дослідних ділянок характеризується помірно-континентальним кліматом, типовим для лісостепової зони.

Дослідні ділянки розміщено на чорноземах типових з розподілом на посівну площу (80 м²) та облікову (50 м²). Агрохімічна характеристика ґрунтів: глибина орного шару – 28 см, механічний склад – суглинки, вміст гумусу – 3,8 %, реакція ґрунтового розчину – слабкокисла (рН сольове – 6,2). Забезпеченість ґрунтів рухомими формами елементів живлення становила: азот – 12 мг/100 г ґрунту, фосфор (P₂O₅) – 22 мг/100 г ґрунту, калій (K₂O) – 18 мг/100 г ґрунту.

Об'єкти дослідження – сорти пшениці м'якої

озимої (*Triticum aestivum* L.): сорт Бардотка, що вирощувався раніше, та впроваджений на його заміну сорт Балетка.

Попередники пшениці озимої – чисті пари, горох і кукурудза на силос. Основний обробіток ґрунту – оранка чи мінімальний обробіток з подальшим вирівнюванням поверхні. Глибина загортання насіння – 3 см за достатньої вологості ґрунту.

Висів сорту Бардотка – в період з 20 вересня по 5 жовтня, допускалися пізні посіви до 15 жовтня без значних втрат урожайності. Норма висіву – 3,0–3,5 млн схожих насінин на гектар, за пізніх і складних строків сівби – 4,5–5,5 млн/га.

Висів сорту Балетка – в оптимальні строки з 15 вересня по 1 жовтня, за необхідності допускалися ранні посіви (до 10 вересня) за достатньої вологості ґрунту. Норма висіву – 3,7–4,2 млн/га, за пізніх строків сівби – 4,2–4,5 млн/га.

Протруювання насіння проведено фунгіцидно-інсектицидним препаратом Бригід перед сівбою для захисту від кореневих і насінневих хвороб. При сівбі внесено фосфорно-калійні добрива в дозі 60–90 кг д.р./га залежно від результатів агрохімічного аналізу ґрунту.

Весняне підживлення проведено у два етапи: перше підживлення у фазу кущіння (кінець березня – початок квітня) в дозі 30–40 кг/га азоту, друге – у фазу 3–5 стебел (середина–кінець квітня) в дозі 30–40 кг/га азоту. Загальна доза весняного азоту – 80 кг/га.

Захист від бур'янів здійснено гербіцидом Гранстар голд у фазу 1–2 листків рослин пшениці (жовтень). Для захисту від хвороб і шкідників використано фунгіцидно-інсектицидні препарати: Фінекс Дуо + Протеус у фазу кущіння–початок трубкування (квітень), Амістар Екстра перед цвітінням (червень) за наявності хвороб колосу.

Проведено систематичні фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин пшениці озимої згідно з методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур. Відмічено дати настання основних фенофаз: сходи (через 7–25 днів після сівби), осіннє кущіння (жовтень), відновлення весняної вегетації (квітень), дозрівання та збирання врожаю (середина липня).

Якість зерна оцінено за показниками: маса 1000 насінин, вміст білка, кількість і якість клейковини. Аналізи проведено в акредитованій лабораторії згідно з чинними державними стандартами.

Урожайність визначено методом суцільного обмолоту дослідних ділянок з перерахунком на стандартну вологість (14 %) та 100 % чистоту.

Для прогнозування потенційної врожайності та якісних показників зерна сортів пшениці м'якої озимої застосовано адаптовану комбіновану агрокліматичну модель, що базується на інтеграції основних метеофакторів за критичні періоди розвитку культури, а також агротехнічних впливів [28–30].

Компоненти моделі: гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за Селяниновим – для оцінки умов зволоження в окремі фази розвитку; сума активних температур (САТ, $>10^{\circ}\text{C}$) – для оцінки теплозабезпечення; температурні аномалії в період наливу зерна – для виявлення ризиків термічного стресу; індекс весняної

вологості – на основі ГТК в період відновлення вегетації (березень–квітень); коефіцієнти впливу агротехнічних заходів, сортової адаптивності та рівня інтенсифікації. Для прогнозу враховано ключові фази для оцінки: кущіння (жовтень–листопад); весняне відновлення вегетації (березень–квітень); налив зерна (травень–червень).

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) розраховано за формулою:

$$\text{ГТК} = (R \times 10) / \sum t,$$

де R – сума опадів за фазу, мм; $\sum t$ – сума середньодобових температур $>10^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{C}$.

Граничні значення: ГТК $< 0,5$ – сильна посуха; 0,5–1,0 – помірна посуха; 1,0–1,5 – оптимум; $> 2,0$ – надмірне зволоження [31].

Прогнозована врожайність обчислена за формулою:

$$Y = Y_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6,$$

де Y_0 – базовий рівень врожайності сорту (т/га);

K_1 – коефіцієнт впливу ГТК у фазі кущіння;

K_2 – коефіцієнт впливу ГТК у фазі наливу;

K_3 – коефіцієнт температурного стресу в період наливу;

K_4 – коефіцієнт агротехнічного рівня (1,0 – стандартна технологія);

K_5 – ефективність фунгіцидного/інсектицидного захисту (1,3–1,5); K_6 – якість сортової адаптації (0,9–1,1).

Коефіцієнти визначено за такими правилами:

1) K_1 знижено при надмірному зволоженні восени: $K_1 = 1,0$ при ГТК 1,0–1,5; $K_1 = 0,7$ при ГТК $> 4,0$;

2) K_2 знижено при надлишку вологи під час наливу: $K_2 = 0,85$ при ГТК $> 2,0$;

3) для K_3 враховано температурне відхилення: $K_3 = 1,0$ при 18–22 $^{\circ}\text{C}$; $K_3 = 0,85$ при $T > 26^{\circ}\text{C}$ або $< 14^{\circ}\text{C}$;

4) K_4 – K_6 визначено експертно, з урахуванням агрофону та сорту. Наприклад: $K_4 = 1,05$ при посиленій технології; $K_5 = 1,4$ для системи подвійного фунгіцидного захисту; $K_6 = 1,1$.

Для прогнозу вмісту білка використано модель:

$$\text{Білок} = \text{Білок}_0 \times (1 + 0,15 \times \Delta T - 0,08 \times \Delta \text{ГТК}),$$

де Білок_0 – базовий рівень вмісту білку; ΔT – відхилення температури від оптимуму (18–22 $^{\circ}\text{C}$); $\Delta \text{ГТК}$ – відхилення від оптимального ГТК_налив за травень–червень (1,0–1,5).

Прогнозування сирової клейковини здійснено за моделлю:

$$\text{Клейковина} = \text{Клейковина}_0 \times (1 + 0,12 \times \Delta T - 0,06 \times \Delta \text{ГТК}).$$

Прогноз маси 1000 зерен виконано за моделлю:

$$M1000 = M1000_0 \times (0,8 + 0,3 \times \text{ГТК}_{\text{налив}}),$$

де $\text{ГТК}_{\text{налив}}$ – значення ГТК за травень–червень.

З урахуванням біологічної стійкості сортів, при розрахунку очікуваної врожайності застосовано диференційовану межу реалізації потенціалу: для сорту Балетка – до 95 %, для сорту Бардотка – до 85 % при оптимальних умовах і повній реалізації агротехніки. За умов посухи або гідротермічного стресу ці межі знижено відповідно до агрокліматичних

індикаторів року.

Аналіз якісних характеристик зерна пшениці м'якої озимої здійснено в лабораторних умовах згідно з вимогами ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови» [32]. Для математичного моделювання та візуалізації результатів використано Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

У дослідженні порівнювалися два сорти пшениці м'якої озимої: раніше вирощуваний Бардотка,

рекомендований для Полісся та Лісостепу, та нововпроваджений Балетка, адаптований до умов Степу та визнаний одним із найбільш посухостійких сортів, що дозволяє його вирощувати в регіонах із нестабільним зволоженням [33]. Сортозаміна була обумовлена актуальними кліматичними зрушеннями в зоні Лівобережного Лісостепу, зокрема тенденцією до аридизації, що зумовило потребу у використанні більш посухостійкого сорту.

Порівняльна характеристика агрономічних показників зазначених сортів подана в **таблиці 1**.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика дослідних сортів пшениці м'якої озимої

Параметр	Балетка	Бардотка
Країна походження, оригінатор	Чехія, RAGT Semences	
Рік реєстрації	2012	
Рекомендована зона вирощування	Степ	Лісостеп, Полісся
Група стиглості	Середньостиглий	
Висота рослин	До 90 см	До 105 см
Різновидність	Лютесценс	
Напрямок використання	Зерновий, хлібопекарський	
Клас якості	Цінна	
Маса 1000 зерен	44–48 г	~45 г
Вміст сирої клейковини	25–27 %	25–30 %
Вміст білка	н/д	12,5–14 %
Потенціал урожайності	12 т/га (60–90 ц/га)	8,0–10,0 т/га
Норма висіву:		
- ранній	3,5–3,9 млн/га	4,0–4,5 млн/га
- оптимальний	3,9–4,5 млн/га	4,5–5,0 млн/га
- пізній	4,5–5,0 млн/га	5,0–5,5 млн/га
Зимостійкість	9 балів	н/д
Посухостійкість	9 балів	н/д
Стійкість до вилягання	8 балів	9 балів
Стійкість до осипання	н/д	9 балів
Стійкість до фузаріозу колосу	8 балів	7 балів
Стійкість до борошнистої роси	7 балів	6 балів
Стійкість до септоріозу	8 балів	7 балів
Стійкість до піренофорозу	7 балів	н/д
Стійкість до жовта іржі	7 балів	н/д
Стійкість до бурої іржі	8 балів	6 балів
Стійкість до перкоспорельозу	8 балів	6 балів
Інші особливості	Пластичний, добре переносить пізні строки сівби, потребує 120 кг/га азоту	Добре переносить стресове дозрівання, мінімум 110 кг/га азоту

Примітка: н/д – відсутні дані у відкритих джерелах. Джерело: побудовано авторами за даними [34–37].

Метеорологічні дані за період досліджень характеризувались значною варіабельністю (**рис. 1**). Середня температура повітря у 2020 р. змінювалась у межах від -1,3 °C у грудні до 22,3 °C у липні, з доволі теплою весною (13,4 °C у травні) та м'якою зимою (0,7 °C у лютому). У 2021 р. найнижчу температуру зафіксовано у лютому (-5,6 °C), а найвищу – у липні (24,8 °C). Весна була помірно теплою, а серпень виявився найтеплішим місяцем (22,7 °C). Середня температура повітря у 2022 р. коливалась від -2,4 °C у січні до 22,8 °C у серпні. У 2023 р. температурний режим був дещо м'якшим: від -1,9 °C у лютому до 22,7 °C у серпні. Рік 2024 характеризувався найвищими літніми температурами з максимумом 25,4 °C у липні. У 2025 р. спостерігались значні температурні коливання у першій половині року: від -5,4 °C у лютому до 18,9 °C у червні. Весна була помірно теплою – 14,4 °C у травні, а період наливу зерна (травень-червень) проходив за помірного теплового фону, без екстремального перегріву. Дані за липень-серпень наразі відсутні.

Кількість опадів суттєво варіювала як між роками, так і впродовж вегетаційного періоду (**рис. 2**). У 2020 р. кількість опадів у період травень-серпень склала 184,9 мм, що вказує на достатній рівень зволоження для формування врожаю, хоча опади були нерівномірними – пік припадав на травень (89,8 мм), а серпень був посушливим (13,9 мм). У 2021 р. спостерігали помірне зволоження – загалом 164,9 мм за критичний період, при цьому червень і липень мали найбільшу кількість опадів (54,5 та 47,2 мм відповідно), що було сприятливим для наливу зерна. Найменше опадів у критичний для формування врожаю період (травень-серпень) спостерігали у 2024 р. (129,9 мм), найбільше – у 2022 р. (200,6 мм). Розподіл опадів у 2023 р. був більш рівномірним і становив 157,2 мм за зазначений період. У 2025 р. доступні лише дані до червня включно. За цей період у травні та червні випало загалом 107,6 мм опадів, що свідчить про задовільне зволоження в період вегетації до наливу зерна.

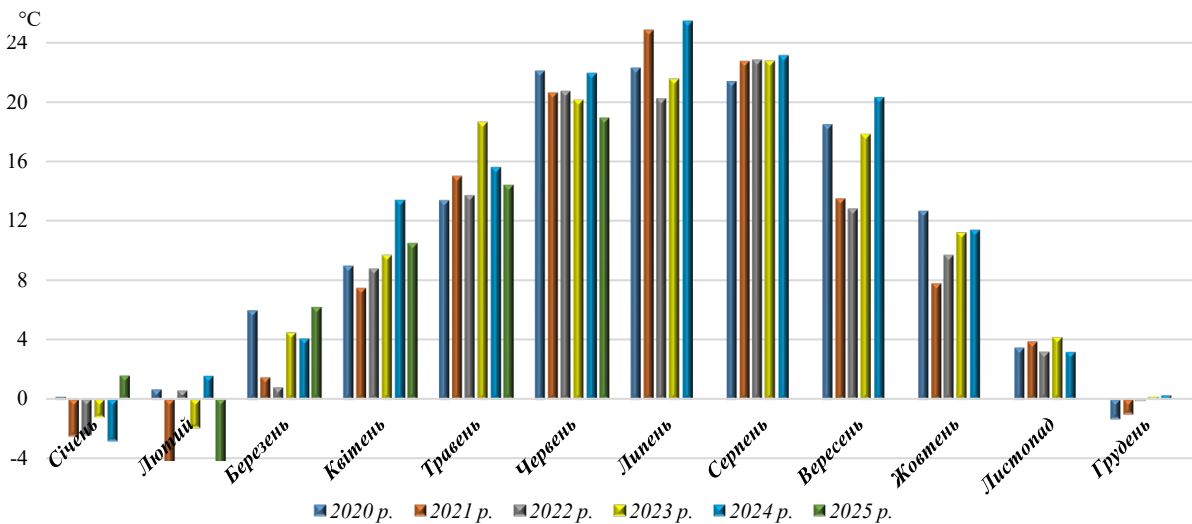


Рис. 1. Динаміка середньомісячної температури у селі Красногорівка Миргородського району, 2020–2025 рр.

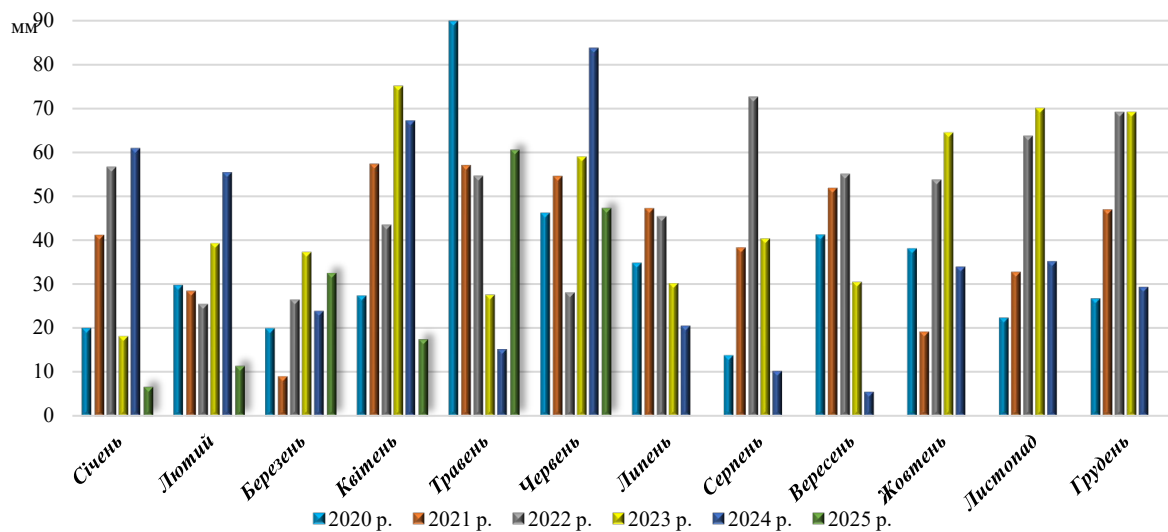


Рис. 2. Динаміка опадів у селі Красногорівка Миргородського району, 2020–2025 рр.

Зважаючи на суттєвий вплив співвідношення тепла та вологості на розвиток пшениці м'якої озимої, особливу увагу приділено розрахунку ГТК для критичних фаз органогенезу культури (рис. 3): осіннього кушіння (жовтень-листопад), весняного відновлення вегетації (березень-квітень) та наливу зерна (травень-червень). Величина ГТК дозволяє

кількісно охарактеризувати забезпечення рослин вологою в поєднанні з температурним фоном, що є вирішальним чинником у формуванні врожайності й якості зерна. Отримані значення ГТК використані як вхідні параметри для подальшого прогнозування урожайності та показників якості зерна.

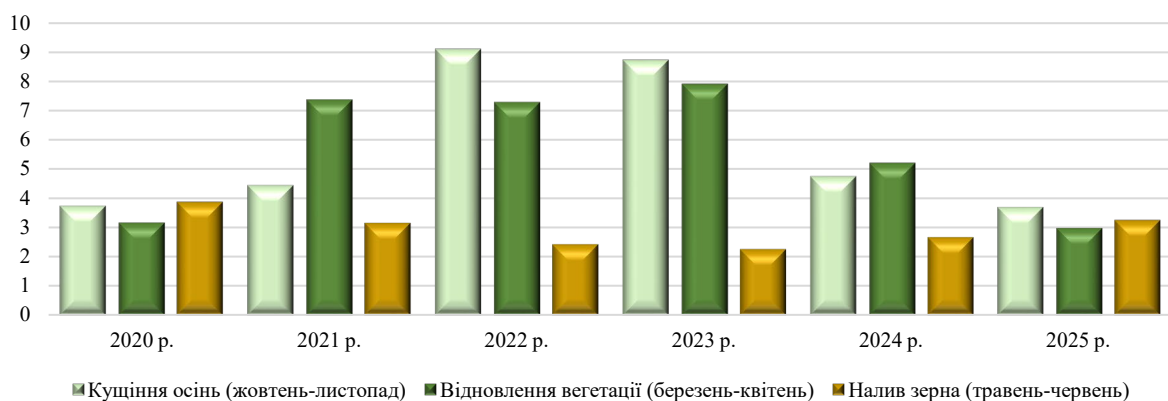


Рис. 3. Динаміка гідротермічного коефіцієнта за фазами розвитку пшениці м'якої озимої впродовж 2020–2025 рр.

Упродовж аналізованого періоду найвищі значення ГТК на фазі осіннього куціння спостерігались у 2022 та 2023 рр. (> 8), що свідчить про надмірне зволоження в умовах порівняно помірної температури. Натомість у 2020 р. відмічався найнижчий ГТК (3,74) для цієї фази, що створювало оптимальніші умови для загартування рослин перед зимівлею.

У фазу відновлення вегетації найвищий ГТК спостерігався у 2021 р. (7,38), що свідчить про надмірне зволоження ґрунту та потенційні проблеми з проведенням весняних польових робіт. Весняний період був найбільш посушливим у 2025 р. (ГТК = 2,99), що негативно вплинуло на розвиток листкового апарату та відновлення вегетативної маси після зимівлі.

Для фази наливу зерна критично низькі показники ГТК відмічались у 2022–2024 рр. (2,24–2,64), що формувало стресові умови наливу зерна та могло призвести до зменшення маси 1000 зерен.

Таблиця 2

Порівняльна оцінка сортів пшениці м'якої озимої за урожайністю й якісними показниками зерна, 2021–2025 рр.

Сорт	Рік	Урожайність, т/га	Блок, %	Клейковина, %	Маса 1000 зерен, г	Джерело
Бардотка	2021	4,5	13,0	21,0	40,0	Фактичне
	2022	4,2	13,8	22,5	41,5	Прогноз
	2023	4,7	12,4	20,1	42,4	Прогноз
	2024	4,5	10,9	18,3	40,8	Прогноз
	2025	4,4	12,7	20,8	40,7	Прогноз
Балетка	2021	5,8	14,1	24,3	47,8	Прогноз
	2022	5,0	14,4	25,0	45,0	Фактичне
	2023	6,0	14,0	24,4	48,1	Фактичне
	2024	5,0	13,6	23,8	45,2	Фактичне
	2025	5,4	13,8	24,1	47,3	Прогноз

Проведені дослідження показали, що заміна сорту Бардотка на сорт Балетка забезпечила суттєве підвищення продуктивності пшениці озимої в умовах Лівобережного Лісостепу України. Урожайність сорту Бардотка протягом 2021–2025 рр. коливалася від 4,2 до 4,7 т/га, при середньому показнику 4,46 т/га. Водночас сорт Балетка демонстрував вищу продуктивність у межах 5,0–6,0 т/га, з середньою урожайністю 5,44 т/га.

Найвищий рівень урожайності сорту Балетка був зафіксований у 2023 р. (6,0 т/га), що співпадало з оптимальними гідротермічними умовами весняного періоду відновлення вегетації (ГТК = 7,91). Мінімальна урожайність цього сорту становила 5,0 т/га у 2022 та 2024 рр., що все ж значно перевищувало максимальні показники сорту Бардотка.

Аналіз динаміки урожайності засвідчив, що сорт Балетка характеризується більшою стабільністю продуктивності порівняно з сортом Бардотка. Коефіцієнт варіації урожайності для сорту Балетка становив 8,2 %, тоді як для сорту Бардотка цей показник досягав 11,4 %, що свідчить про вищу адаптивність першого сорту до мінливих умов вегетації.

Дослідження якісних показників зерна виявило значні переваги сорту Балетка над сортом Бардотка. Вміст білка в зерні сорту Балетка коливався від 13,6 % до 14,4 %, з середнім значенням 13,98 %. Для сорту Бардотка цей показник був нижчим і варіював від 10,9 % до 13,8 %, при середньому значенні 12,16 %.

Спостерігається стійка тенденція до зменшення ГТК у цю критичну фазу формування врожаю, що свідчить про посилення посушливості в період наливу. Водночас у 2020 і 2025 рр. рівень вологозабезпечення був вищим (3,84 та 3,23 відповідно), що створювало більш сприятливі умови для формування повноцінного зерна.

З метою оцінки ефективності проведеної сортозаміни було здійснено прогноз урожайності й основних показників якості зерна для сорту Бардотка (за період 2022–2025 рр.) та для сорту Балетка (за 2021 і 2025 рр.). Прогнозування здійснювалось із урахуванням агрокліматичних умов вирощування, технологічних особливостей, сортових характеристик і фактичних даних попередніх років. У **таблиці 2** наведено узагальнену порівняльну характеристику обох сортів за урожайністю, вмістом білка, сирої клейковини та масою 1000 зерен упродовж 2021–2025 рр.

Вміст сирої клейковини в зерні сорту Балетка демонстрував стабільно високі значення в межах 23,8–25,0 % (середнє 24,32 %), що відповідає вимогам до цінної пшениці. Сорт Бардотка характеризувався нижчим вмістом клейковини (18,3–22,5 %, середнє 20,54 %), що в окремі роки не забезпечувало відповідність стандартам цінної пшениці.

Маса 1000 зерен сорту Балетка перевищувала аналогічний показник сорту Бардотка на 5,6 г, становлячи в середньому 46,68 г проти 41,08 г. Це свідчить про кращу виповненість зерна та потенційно вищі борошномельні якості.

Аналіз взаємозв'язку між гідротермічними умовами та продуктивністю сортів показав різну реакцію на кліматичні фактори. Сорт Балетка демонстрував більшу стійкість до екстремальних погодних умов, зокрема до посушливих періодів під час наливу зерна.

У 2023 р., коли ГТК періоду наливу зерна становив лише 2,24 (посушливі умови), урожайність сорту Балетка досягла максимального значення 6,0 т/га, тоді як сорт Бардотка показав 4,7 т/га. Це підтверджує високу посухостійкість сорту Балетка, заявлену оригіном (9 балів з 9 можливих).

Зимові умови також по-різному впливали на дослідні сорти. У роки з оптимальними умовами зимівлі (2022–2023 рр., ГТК осінь > 8,0) обидва сорти показували стабільну продуктивність, проте в стресових умовах (2020, 2025 рр., ГТК осінь < 4,0)

сорт Балетка демонстрував кращу збереженість рослин і швидше відновлення весняної вегетації.

Враховуючі ґрунтові умови вирощування сорт Балетка показав кращу адаптивність, що виражалось в стабільно високих врожаєх незалежно від погодних коливань. Також цим сортом ефективніше використовувалися наявні елементи живлення, що підтверджується вищими показниками винесення елементів з урожаєм.

Фітосанітарна ситуація в роки досліджень характеризувалася помірним розвитком основних хвороб пшениці озимої. Сорт Балетка демонстрував відносно сорту Бардотка вищу стійкість до септоріозу (8 балів проти 7), фузаріозу колосу (8 балів проти 7), бурі іржі (8 балів проти 6) та церкоспорельозних кореневих гнилей (8 балів проти 6). Це дозволило зменшити кількість фунгіцидних обробок і знизити пестицидне навантаження на агроценоз. Водночас сорт Балетка потребував більш інтенсивного азотного живлення (мінімум 120 кг/га д.р.) порівняно з Бардоткою (110 кг/га д.р.).

Враховуючи вищезазначене, сорт Бардотка відносно сорту Балетка має високу рентабельність заміни. Приріст урожайності в середньому на 0,98 т/га (22,0 %) при одночасному поліпшенні якості зерна забезпечував суттєве збільшення валового доходу з одиниці площі. Покращення якісних показників зерна сорту Балетка (вищий вміст білка та клейковини) дозволяло реалізовувати продукцію за цінами цінної пшениці з відповідною надбавкою. Додаткові витрати на більш інтенсивне азотне живлення компенсувалися зниженням витрат на фунгіцидний захист завдяки підвищеній стійкості сорту Балетка до основних хвороб.

Таким чином, результати досліджень переконливо свідчать про доцільність заміни сорту Бардотка на сорт Балетка в умовах Лівобережного Лісостепу України, що забезпечує підвищення як продуктивності, так і якості зерна пшениці м'якої озимої.

Висновки

Проведені дослідження сортової оптимізації пшениці м'якої озимої в умовах Лівобережного Лісостепу України протягом 2020–2025 рр. дозволили встановити значні переваги сорту Балетка над сортом Бардотка за комплексом господарсько-цінних ознак. Заміна сорту Бардотка на сорт Балетка забезпечила суттєве підвищення продуктивності агроценозу пшениці м'якої озимої в умовах Лівобережного Лісостепу України. Середня врожайність сорту Балетка перевищила показники сорту Бардотка на 0,98 т/га (22,0 %), супроводжуючись нижчим коефіцієнтом варіації врожайності, що свідчить про вищу стабільність сорту в умовах кліматичної нестійкості. Якісні характеристики зерна сорту Балетка також суттєво переважали: вміст білка був на 1,82 в.п. вищим, сирої клейковини – на 3,78 в.п., а маса 1000 зерен – на 5,6 г. Такі параметри забезпечували надійне досягнення стандартів цінної пшениці, тоді як сорт Бардотка не завжди відповідав вимогам продовольчої якості.

Таким чином, результати досліджень переконливо доводять доцільність та економічну ефективність заміни сорту Бардотка на сорт Балетка в умовах

Лівобережного Лісостепу України. Сорт Балетка забезпечує не лише підвищення продуктивності та якості зерна, але й сприяє стабілізації виробництва пшениці озимої в мінливих кліматичних умовах регіону.

Перспективи подальших досліджень будуть спрямовані на вивчення впливу біостимуляторів росту на формування продуктивності, якості зерна та фізіолого-біохімічних показників культури, що потенційно дозволить посилити адаптивні властивості сорту пшениці м'якої озимої та підвищити ефективність виробництва в умовах кліматичних викликів.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Markovska, O., & Hrechyshkina, T. (2020). Winter wheat varieties productivity of on elements of growing technology under the conditions of Southern Step of Ukraine. *Agrobiologija*, 1 (157), 96–103. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103>
2. Morgun, B. V., Stepanenko, A. I., Stepanenko, O. V., Bannikova, M. O., Holubenko, A. V., Nitovska, I. O., Maystrov, P. D., & Grodzinsky, D. M. (2016). Implementation of molecular systems for identification of genetic polymorphism in winter wheat to obtain high-performance special varieties. *Science and Innovation*, 12 (2), 35–49. <https://doi.org/10.15407/scine.12.02.035>
3. Han, W., Wang, S., Ali, M. F., Ma, L., Lin, X., Liu, Y., & Wang, D. (2025). Breeding advances in climate adaptation of winter wheat across diverse ecotypes in China. *European Journal of Agronomy*, 170, 127732. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2025.127732>
4. Tsenov, N., Gubatorov, T., & Yanchev, I. (2022). Evaluation of heritability and genetic advance of some quality parameters in common wheat (*Triticum aestivum* L.) under genotype by environmental interaction. *Agricultural Science and Technology*, 2, 12–26. <https://doi.org/10.15547/ast.2022.02.015>
5. Barabolia, O., & Doronin, S. (2023). Influence of weather conditions and fertilizer systems on the winter wheat yield. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (1), 24–30. <https://doi.org/10.31210/spi.2023.26.01.04>
6. Zhalilo, Ya., Rusan, V., & Zhurakovska, L. (2025). Prospects for development of the agricultural sector facing the climate change (regional dimension). Retrieved from: <https://niss.gov.ua/en/doslidzhennya/ekonomika/prospects-development-agricultural-sector-facing-climate-change-regional>
7. 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. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 134–146. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.18>
8. Rumiantsev, M. (2020). Oak forests of the left-bank forest-steppe zone of Ukraine and their natural regeneration. *International Scientific Conference*. <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-39-6-34>
9. Müller, D., Jungandreas, A., Koch, F., & Schierhorn, F. (2016). *Impact of climate change on wheat production in Ukraine*. Kyiv: Institute for Economic Research and Policy Consulting 41.
10. Gourdji, S., Pandey, A., & Peiris, N. (2025). Impacts of climate change on global wheat production and supply chains. Retrieved from: <https://www.preventionweb.net/media/105225/download?startDownload=20250714>
11. Zhao, C., Liu, B., Piao, S., Wang, X., Lobell, D. B., Huang, Y., Huang, M., Yao, Y., Bassu, S., Ciais, P., Durand, J.-L., Elliott, J., Ewert, F., Janssens, I. A., Li, T., Lin, E., Liu, Q., Martre, P., Müller, C., Peng, S., Peñuelas, J., Ruane, A. C., Wallach, D., Wang, T., Wu, D., Liu, Z., Zhu, Y., Zhu, Z., & Asseng, S. (2017). Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114, 9326–9331. <https://doi.org/10.1073/pnas.1701762114>

12. Demyanyuk, O. S., Oliinyk, K. M., Davydiuk, H. V., Yula, V. M., Shchetina, S. V., Bondar, V. I., & Shatkovskyi, A. P. (2025). Peculiarities of the biological potential of winter wheat (*Triticum aestivum*) under cultivation technologies of different intensity in the conditions of climate change. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 16 (1), e25009. <https://doi.org/10.15421/0225009>
13. Korkhova, M., Panfilova, A., Domaratskiy, Ye., & Smirnova, I. (2023). Productivity of winter wheat (*T. aestivum*, *T. durum*, *T. spelta*) depending on varietal characteristics in the context of climate change. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24 (4), 236–244. <https://doi.org/10.12912/27197050/163124>
14. Pravdziva, I. V., Vasylenko, N. V., & Khoroshko, N. M. (2023). Study of correlations between yield and grain quality indicators of varieties and breeding lines of *Triticum aestivum* L. *Plant Varieties Studying and Protection*, 19 (4). <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.4.2023.291222>
15. Aula, L., Omara, P., Eickhoff, E., Oyebiyi, F., Dhillon, J. S., & Raun, W. R. (2020). Effect of winter wheat cultivar on grain yield trend under different nitrogen management. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 3 (1), e20017. <https://doi.org/10.1002/agg2.20017>
16. Pirykh, A. V., Yurchenko, T. V., Hudzenko, V. M., Demydov, O. A., Kovalyshyna, H. M., Humeniuk, O. V., & Kyrylenko, V. V. (2021). Features of modern winter wheat varieties in terms of winter hardiness components under conditions of Ukrainian Forest-Steppe. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12 (1), 153–159. <https://doi.org/10.15421/022123>
17. Nazarenko, M. M., Izhboldin, O. O., & Bilan, D. S. (2022). Grain productivity and quality of winter wheat varieties under the Northern Steppe conditions of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 128, 144–151. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.20>
18. Vuković, R., Čamagajevac, I. Š., Vuković, A., Šunić, K., Begović, L., Mlinarić, S., Sekulić, R., Sabo, N., & Španić, V. (2022). Physiological, biochemical and molecular response of different winter wheat varieties under drought stress at germination and seedling growth stage. *Antioxidants*, 11 (4), 693. <https://doi.org/10.3390/antiox11040693>
19. Trnka, M., Rötter, R. P., Ruiz-Ramos, M., Kersebaum, K. C., Olesen, J. E., Žalud, Z., & Semenov, M. A. (2014). Adverse weather conditions for European wheat production will become more frequent with climate change. *Nature Climate Change*, 4 (7), 637–643. <https://doi.org/10.1038/nclimate2242>
20. Semenov, M. A., Stratonovitch, P., Alghabari, F., & Gooding, M. J. (2014). Adapting wheat in Europe for climate change. *Journal of Cereal Science*, 59 (3), 245–256. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2014.01.006>
21. Balla, K., Karsai, I., Bencze, S., Kiss, T., & Veisz, O. (2013). Effect of heat stress on the physiological processes of wheat. *Acta Agronomica Hungarica*, 61 (1), 1–12. <https://doi.org/10.1556/AAgr.61.2013.1>
22. Kharel, T. P., Clay, D. E., Clay, S. A., Beck, D., Reese, C., Carlson, G., & Park, H. (2011). Nitrogen and water stress affect winter wheat yield and dough quality. *Agronomy Journal*, 103 (5), 1389–1396. <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0011>
23. Cherenkov, A. V., Shevchenko, M. S., Romanenko, O. L., & Bondarenko, A. S. (2009). Yakist zerna ozymoi pshenytsi na Pivdni Ukrainy ta shliakhy yii pidvyshchennia. *Biuletyn Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 37, 8–12. [in Ukrainian]
24. Samborski, A. S. (2024). Agroclimatic characterization of Zamosc, Poland using hydrothermal coefficient (HTC). *Journal of Agrometeorology*, 26 (4), 473–476. <https://doi.org/10.54386/jam.v26i4.2655>
25. Kyrnasivska, N. V., Nikitin, P. S., & Kyrnasivskyi, O. O. (2023). Analiz ahrometeorolohichnykh umov vchetatsiinoho periodu pshenytsi ozymoi na terytorii Vinnytskoi oblasti. *Ahrarni Innovatsii*, 22, 55–62. <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2023.22.9> [in Ukrainian]
26. Li, Y., Hou, R., Liu, X., Chen, Y., & Tao, F. (2022). Changes in wheat traits under future climate change and their contributions to yield changes in conventional vs. conservation tillage systems. *Science of The Total Environment*, 815, 152947. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.152947>
27. Semenov, M. A., & Stratonovitch, P. (2013). Designing high-yielding wheat ideotypes for a changing climate. *Food and Energy Security*, 2 (3): 185–196. <https://doi.org/10.1002/fes3.34>
28. Kulyk, M. I., Rozhkov, A. O., Kalinichenko, O. V., Taranenko, A. O., & Onoprienko, O. V. (2020). Effect of winter wheat variety, hydrothermal coefficient (HTC) and thousand kernel weight (TKW) on protein content, grain and protein yield. *Agronomy Research*, 18 (3), 2103–2116. <https://doi.org/10.15159/ar.20.187>
29. Esaulko, A., Sitnikov, V., Pismennaya, E., Vlasova, O., Golosnoi, E., Ozheredova, A., Ivola, A., & Erokhin, V. (2023). Productivity of winter wheat cultivated by direct seeding: measuring the effect of hydrothermal coefficient in the Arid Zone of Central Fore-Caucasus. *Agriculture*, 13 (1), 55. <https://doi.org/10.3390/agriculture13010055>
30. Demyanyuk, O. S., Patyka, V. P., Sherstoboeva, O. V., & Bunas, A. A. (2018). Formation of the structure of microbiocenoses of soils of agroecosystems depending on trophic and hydrothermal factors. *Biosystems Diversity*, 26 (2), 309–315. <https://doi.org/10.15421/011846>
31. Lyashenko, H. V. (2014). *Praktykum z ahroklimatolohiyi*. Odesa: TES [in Ukrainian]
32. DSTU 3768:2019. *Pshenytsia. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid 2019-06-10*. (2019). Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82765 [in Ukrainian]
33. Tymoshenko, T. (2019). RAGT Semences: stresostiikist yak kliuch do uspikhu v umovakh posukhy. *Ahrobiznes Sohodni*. Retrieved from: <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/15072-ragt-semences-stresostiikist-ia-kliuch-do-uspikhu-v-umovakh-posukhy.html> [in Ukrainian]
34. RZhT Baletka. (n.d). *TVK Seed Agrocompany*. Retrieved from: <https://tvkseed.com.ua/baletka.html> [in Ukrainian]
35. Pshenytsia RZhT Baletka vid RAGT. (n.d). *SuperAgronom.Com*. Retrieved from: <https://superagronom.com/nasinnya-pshenicya-ozima/baletka-id9888> [in Ukrainian]
36. Pshenytsia Bardotka vid RADzhT Chekhii s.r.o. (n.d). *SuperAgronom.Com*. Retrieved from: <https://superagronom.com/nasinnya-pshenicya-ozima/bardotka-id9663> [in Ukrainian]
37. Sort Bardotka (pshenytsia ozyma, pshenytsia miaka). (n.d). *IAS "Ahrarii razom"*. Retrieved from: <https://ahararii-razom.com.ua/culture-variety/bardotka> [in Ukrainian]

ORCID

O. Barabolia 

<https://orcid.org/0000-0002-5563-8445>



2025 by the author(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.

Monitoring the collection of the Ustimivsky Dendrological Park for detection of harmful agents

O. Bilyk¹ | V. Pysarenko² | G. Pospelova² | N. Kovalenko²

Article info

Correspondence Author

O. Bilyk

E-mail:

helena.ost@ukr.net

¹ Ustimiv'ska Experimental Station of Plant Production 39074, v. Ustimivka, Kremenchuk district, Poltava region, Ukraine

² Poltava State Agrarian University, Skovoroda Str., 1/3, Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Bilyk, O., Pysarenko, V., Pospelova, G., & Kovalenko, N. (2025). Monitoring the collection of the Ustimivsky Dendrological Park for detection of harmful agents. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 45–50. doi: 10.31210/spi2025.28.03.07

The Ustimivsky Dendrological Park is one of the oldest and most valuable nature conservation areas in Ukraine, established to preserve, study, and introduce tree and shrub species in the steppe zone. Its dendroflora collection comprises more than 470 taxa, ensuring unique biodiversity, yet requiring constant monitoring and protection. The preservation of plants *ex situ* is complicated by the influence of multiple stress factors, including climate change, abiotic stressors, as well as invasive and native pests. The mass spread of phytophagous insects in collection plantations may result in the loss of valuable species, a decline in ornamental value, and reduced ecological stability of the park ecosystem. Comprehensive long-term studies of the phytosanitary condition of the dendrological park made it possible to identify more than 50 pest species. The most dangerous among them are adelgids, the European pine sawfly (*Neodiprion sertifer*), spindle ermine moth (*Yponomeuta cagnagellus*), the ash blister beetle (*Agilus convexicollis*), rose chafers (*Cetoniinae*), the fall webworm (*Hyphantria cunea*), and the horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*). The population dynamics of these phytophages, their developmental characteristics, seasonal patterns of harmfulness, and the scale of damage to individual tree and shrub species were determined. Special emphasis was placed on invasive species that actively expand their range under climate warming and represent a serious threat to introduced plants. The results of the research confirmed that the exclusive use of mechanical and biological control methods is insufficient to ensure the stability of plantations within the protected area. The most effective strategy has proven to be an integrated approach that combines regular monitoring, pest population forecasting, biological regulation techniques, and the limited application of chemical treatments while complying with ecological safety standards. The findings are of significant practical importance for improving the protection system of the dendrological park's collections, conserving the plant gene pool, and maintaining biodiversity. They may serve as a scientific basis for the development of long-term phytosanitary monitoring and management programs for plantations in protected natural areas.

Keywords: dendrological park, *ex situ* conservation, introduction, phytophages, biodiversity, pests, phytosanitary monitoring.

Моніторинг колекції дендрологічного парку «Устимівський» з метою виявлення шкочочинних об'єктів

О. М. Білик¹ | В. М. Писаренко² | Г. Д. Поспелова² | Н. П. Коваленко²

¹ Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, с. Устимівка, Кременчуцький район, Україна

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Устимівський дендрологічний парк є одним із найстаріших і найцінніших природоохоронних об'єктів України, створеним із метою збереження, вивчення та інтродукції деревних і чагарникових рослин у степовій зоні. Колекція дендрофлори нараховує понад 470 таксонів, що забезпечує унікальне біорізноманіття, однак потребує постійного моніторингу та захисту. Збереження рослин *ex situ* ускладнюється впливом комплексу стресових чинників: кліматичних змін, абіотичних навантажень, а також інвазійних і аборигенних шкідників. Масове поширення фітофагів у колекційних насадженнях може призвести до втрати цінних видів, зниження декоративності та біологічної стійкості екосистеми парку. Проведені багаторічні дослідження фітосанітарного стану дендропарку дозволили виявити понад 50 видів шкідників, серед яких найбільш небезпечними є хермеси, рудий сосновий пильщик, бруслинова горностаєва міль, шпанська ясеневая мушка, бронзівки, американський білий метелик та каштанова мінуюча міль. Визначено динаміку чисельності цих фітофагів, особливості їхнього розвитку, сезонність шкідливості та масштаби ураження окремих деревних і чагарникових видів. Особливу увагу приділено інвазійним видам, які активно розширюють ареал унаслідок потепління клімату й становлять загрозу для інтродуцентів. Результати досліджень підтвердили, що виключне застосування механічних та біологічних методів боротьби є недостатнім для збереження стабільності насаджень у межах заповідного об'єкта. Найбільш ефективним виявився інтегрований підхід, який поєднує регулярний моніторинг, прогнозування чисельності шкідників, біологічні методи регуляції та обмежене використання хімічних препаратів із дотриманням екологічної безпеки. Отримані дані мають важливе практичне значення для удосконалення системи охорони колекцій дендропарку, збереження генофонду рослин та підтримання біорізноманіття. Вони можуть бути використані для розробки довгострокових програм фітосанітарного моніторингу та управління станом насаджень у природно-заповідних територіях.

Ключові слова: дендропарк, збереження *ex situ*, інтродукція, фітофаги, біорізноманіття, шкідники, фітосанітарний моніторинг.

Бібліографічний опис для цитування: Білик О. М., Писаренко В. М., Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П. Моніторинг колекції дендрологічного парку «Устимівський» з метою виявлення шкочочинних об'єктів. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 45–50.

Вступ

В основу збереження біорізноманіття рослин у дендропарках покладено принцип комплексної охорони генофонду дикорослої і культурної флори поза межами природного зростання видів – *ex situ*. Збереження *ex situ* напряму пов'язано із створенням спеціальних колекцій лікарських, нетрадиційних, харчових, кормових, технічних та інших рослин, створенням банків насіння (генетичних банків). На сьогодні в Україні через обмежену кількість спеціальних сховищ збереження деревних та чагарникових порід в основному проводиться у «польових генбанках» – колекційних садах і парках [1, 14, 21]. Специфікою зберігання цієї категорії генофонду є велика залежність від умов вирощування. Значного та непередбачуваного впливу на колекції парків завдають зміни в оточуючому середовищі, як антропогенні, так і природні (морози, суховії, посухи тощо). Багаторічний характер насаджень потребує захисту від шкідників та хвороб, регулярної обрізки та інших фітосанітарних заходів, спрямованих на збереження видів [7].

Устимівський дендропарк один з найстаріших центрів інтродукції та акліматизації деревних рослин в Україні (заснований у 1893 році). На сьогодні його колекція включає 472 таксони, що належать до 53 родин, 123 родів, 370 видів, 102 різновидності садових форм, сортів і гібридів. За кількістю видів дерев і чагарників, які успішно ростуть в арборетумі Устимівського дендропарку, перше місце належить видам європейського, китайського і північно-американського походження. Вони є і найбільш пристосованими до умов степової зони України [1].

Протягом останніх років відмічаються глобальні зміни клімату, на які організми усіх трофічних рівнів (рослини, фітофаги, ентомофаги) реагують по-різному, що призводить до порушень у синхронності строків їх розвитку. Внаслідок цього змінюються виживаність, шкодочинність та межі ареалів видів [2, 15, 16]. Зміни клімату суттєво впливають на популяції комах-шкідників та розповсюдження хвороб.

Мета дослідження

Метою дослідження є всебічне вивчення біології небезпечних комах необхідне для здійснення постійного контролю та прогнозування їх чисельності.

Завдання дослідження: моніторинг стану пошкодження колекційних зразків шкодочинними об'єктами та виявлення найбільш небезпечних серед них; спостереження за динамікою розвитку шкідників; визначення оптимальних строків та засобів боротьби з ними.

Матеріали і методи

Моніторинг кількісного та якісного складу шкодочинних об'єктів проводили у колекційних насадженнях дендропарку «Устимівський» (с. Устимівка, Глобинської ОТГ, Кременчуцького

району, Полтавської області). Об'єкт дослідження – шкідники та хвороби деревних і кущових порід. Дослідження базується на власних польових спостереженнях і узагальненні літературних джерел. Для польових спостережень використовувався візуальний метод дослідження оснований на безпосередньому огляді рослин, ґрунту та інших місць можливого існування шкідників та підрахунках їх чисельності [9, 12]. Обстежена територія розташована на високому, рівному, відкритому, цілком безлісому Полтавському плато лівобережних терас р. Дніпра, має незначний нахил до заходу. Ґрунт середньосуглинний солонцюватий потужний чорнозем з вмістом гумусу до 3,84 %. Згідно агрокліматичного районування дендропарк розташований на межі центральної теплої зони недостатнього зволоження та південної, дуже теплої посушливої зони. Унаслідок цього територія досліджень частіше за інші центральні райони Лісостепу підлягає згубному впливові вітрів-суховіїв, а рослини потерпають від порушення водного балансу. Клімат помірно континентальний, з нестійким зволоженням. Середньорічна багаторічна температура повітря – 8,8 °C (для 2007–2024 рр. – 10,8°C). Абсолютний максимум температури повітря 40,0°C (8.08.2010), мінімум – -36,0°C. Кількість днів із сніговим покривом 70–110. Висота снігового покриву 20–60 см. Ґрунт взимку промерзає до 64–112 см. Спостерігаються часті безсніжні зими з різким коливанням температури повітря. Суховії бувають 2–3 рази на рік. Середня річна кількість опадів 524 мм. Весна посушлива, основна кількість опадів випадає у літньо-осінній період (з 2007 року осінньо-зимовий). Водний режим ґрунтів забезпечується виключно за рахунок снігових та дощових вод.

Результати та їх обговорення

Збір та аналіз даних щодо чисельності та поширення шкідників дає можливість вчасно виявити загрозу та розробити заходи боротьби, що особливо актуально для об'єктів природно-заповідного фонду, до яких належить Дендрологічний парк загальнодержавного значення «Устимівський».

Значного пошкодження модринам, ялицям (особливо одноколірній) та ялинам завдають хермеси (*Adelgidae* Annand) – невелика родина напівтвердокрилих комах, спеціалізованих фітофагів хвойних рослин (відомо близько 10 видів). Найчастіше зустрічаються ялиновий пізній (*Adelges tardus*), сосновий звичайний (*Pineus pini*), ялиново-ялицевий бурій (*Adelges piceae*) і ялиново-модриновий ранній (*Adelges laricis*) хермеси. Розміри їх не перевищують 2 мм (переважно 1 мм). Стерильні самки шкідника вкриті біло-молочним восковим пушком. Живляться соком молодих пагонів та хвої. Основною кормовою базою особин 1–2 поколінь є ялиці. На початку червня крилаті розсілюючі перелітають на ялину або модрина, засновуючи нові колонії. На ялині шкідник формує спочатку потайне галове, а потім покоління обох статей. Наприкінці липня в колоніях хермеса знову з'являються крилаті особини, що перелітають на ялицю, і на початку серпня відкладають на ній яйця. В умовах дендропарку зимують личинки, що

виплодились на ялиці [7]. Досить складний цикл розвитку створює значні труднощі у боротьбі зі шкідником. Найчастіше після виявлення галів починають обробляти рослини, на яких хермеса вже немає. Єдиний спосіб ефективного контролю – це обробка кормових рослин з урахуванням циклу розвитку. Ще більше ускладнює боротьбу з хермесами те, що потайні стадії шкідника невразливі для контактних інсектицидів [21].

Типовими шкідниками хвойних деревних рослин є пильщики, які згідно систематики відносяться до ряду перетинчастокрилі (*Hymenoptera*), родини *Diprionidae*. У світовій фауні загалом налічується 13 родин та 142 види пильщиків [11, 13].

У парку періодично спостерігається ураження сосни рудим сосновим пильщиком *Neodiprion sertifer* Goffr. Особливо потерпає від шкідника сосна гірська (пошкоджується щорічно), тоді як на сосні звичайній він відмічається раз у 2–3 роки. Інші види сосни виявилися стійкими до пошкодження.

Комаха характеризується середніми розмірами тіла та щільним покривом. Імаго пильщиків не харчуються зовсім. Личинка довжиною 22–25 мм, з вісьмома парами несправжніх ніг, з блискучою чорною головою, темно-сірим тілом з поздовжніми світлими смугами на спині та чорними з обох боків [10, 14]. Личинки фітофага утворюють характерні пошкодження (об'їдання хвої), добре помітні на початку та у середині травня. Тривалість розвитку одного покоління 3–4 тижні [7, 9, 11].

Цей пластичний вид добре пристосований до коливання агрокліматичних предикторів [13]. Генерація однорічна, проте властиве розщеплення поколінь. Тривалість діпаузи шкідника зазвичай 1–2 роки, за певних умов може досягати п'яти років [7, 9, 13].

У регулюванні чисельності даного виду пильщика беруть участь лісові мурахи, хижі клопи, золотоочки та павуки. Окрім хижих комах популяцію обмежують паразити, до яких відносяться мухи тахіни та 90 видів їздців, хвороби різної етіології [9].

Поширеним шкідником бруслини є спеціалізований вид – бруслинова горностаєва міль (*Yponomeuta cagnagellus* Hübn.). Крім того на рослинах цього роду зустрічаються *Y. plumbella* (свинцева) та *Y. irrorella* (плямиста) молі. Встановлено, що внаслідок пошкодження бруслини європейської личинками олігофага відзначається масове опадання листків (60–90 %), що погіршує декоративність рослин [22]. Розвиток личинок триває з кінця квітня до початку червня у павутинних гніздах і залежить від суми активних температур. В дендропарку заляльковування реєструється наприкінці останнього весняного місяця, а літ імаго – протягом червня місяця. Розмах крил метелика коливається від 19 до 26 мм. Голова біла. Передні крила білі; з чотирма поздовжніми рядами з кількох чорних цяток, перший не доходить до середини, другий починається майже перед серединою, нижній включає 4–7 цяток. Личинка блідо-сірувато-жовтувата; вздовж тіла чорні плями; голова чорна. Личинки 1-го віку плетуть загальні павутинні гнізда [17, 22]. За сприятливих умов спостерігається спалах чисельності шкідника, що завдає значної шкоди різного роду насадженням.

В дендропарку «Устимівський» поширеними є представники родини Маслинові (*Oleaceae*): різні види бузку, ясеня, бірючини тощо. Вони періодично потерпають від пошкоджень шпанкою ясеневою (шпанська мушка, *Lytta vesicatoria* Linnaeus), що належать до родини наливники (*Meloidae*). Ясенева шпанка поширена в середній та південній Європі, доходить на півночі до Скандинавії. Імаго розміром 1,1–2,5 см специфічного золотаво-зеленого кольору з металевим блиском, нижня частина тіла вкрита сіро-білими волосками [5]. Жуки мають сильний мишачий запах. При небезпечі, на суглобі між гомілкою і стегном виділяється жовтувата рідина, а з рота – травний секрет, обидва містять отруту – контаридин, що викликає алергічні реакції у людей [7, 9].

Статевозрілі особини з'являються у травні-червні. Об'їдають листя, залишаючи лише черешки та серединну жилку. Шкодають близько місяця.

Для шпанської мушки характерним є гіперметаморфоз, який включає вісім стадій. Самки відкладають яйця в землю купками по 40–50 штук. Через 3–4 тижні відроджуються личинки-тріунгуліни, які є першою личинковою формою в розвитку. Личинка чорна, за винятком середньо- та задньогрудей, нижньої частини тіла та ніг, які білі. Тріунгулін має порівняно довгі вусики, а на кінці тіла дві хвостові нитки (церки). Рухлива личинка проникає у гніздо бджіл родів *Megachile*, *Osmia*, *Colletes* у ґрунті, де перетворюється на другу личинкову форму – білу, м'яку, з більш короткими вусиками, без хвостових ниток [12]. У гніздах бджіл личинки ведуть паразитичний спосіб життя, живляться бджолиним медом та пилком. Навесні вони перетворюються на червоподібні личинки другого порядку, які не живляться, а через 14 днів перетворюються на справжню лялечку. З лялечки за 15 діб виходить імаго [5].

Щороку у парку спостерігається ураження ясеневою шпанкою ясенів. Хоча цей шкідник живиться практично всіма видами родини Маслинові, проте найбільше від нього потерпають саме ясени звичайний та пенсільванський, дещо менше – бірючина. На інших таксонах родини шкідник не виявлений. Рослини пошкоджені шпанкою зосереджені невеликим ареалом, проте з кожним роком їх осередок збільшується. У 2023 р. шпанка ясенева виявлена не була, тоді як у 2024 р. шкідника відмічено лише на одній рослині ясеня однолистого (до 40 % пошкодження листової маси).

Останнім часом відмічається збільшення чисельності представників родини Пластинчастовусі (*Scarabaeidae*) – бронзівок (*Cetoniinae*), для яких характерне яскраве забарвлення тіла та металевий блиск. В нашій країні підродина бронзівок представлена 8 родами (24 видами). Для Полтавської області відмічено 13 видів [18]. Найбільш поширеними є бронзівка золотиста (*Cetonia aurata* Linnaeus), мармурова (*Protaetia marmorata* F.), волохата (*Tropinota hirta* Poda), вонюча (*Oxythyrea funesta* Poda).

Літ імаго починається з квітня і триває до серпня. Осередки шкідника найчастіше відмічаються на деревних рослинах родини Розові (*Rosaceae*) та чагарниках родини Півонієві (*Paeaniaceae*), Маслинові (*Oleaceae*) та Адоксові (*Adoxaceae*).

Дорослі особини видають бутони, живляться елементами квіток та соком рослин, личинки пошкоджують кореневу систему [7, 9]. Протягом 2020–2025 рр. спостерігалася підвищена чисельність бронзівок на території дендропарку, що напряму пов'язано з кліматичними змінами. Під час цвітіння особливо сильно потерпає від шкідника півонія деревовидна.

Оскільки для підродини Бронзівки характерний поліморфізм доцільно провести ретельне дослідження видового складу комах, що зустрічаються на території парку. Під час моніторингу виявлені три види бронзівок: золотиста (*Cetonia aurata* L.), волохата (*Tropinota hirta* Poda), рідше металева (*Potosia metallica* Herbst).

Поширеним фітофагом дендрофлори парку «Устимівський» вважається карантинний шкідник – американський білий метелик (АБМ) (*Hyphantria cunea* Drury), кормовою базою якого є плодово-декоративні та лісові культури (всього до 300 видів). Гусениці шкідника викликають масову дефоліацію дерев, що призводить до порушення обміну речовин в рослинах та їх ослаблення, як наслідок зниження врожайності плодкових культур, погіршення декоративності та захисної функції зелених насаджень [3].

Крила метеликів (розмах 2,5–3,5 см) білі, проте зустрічаються особини з темними плямами. Шкодо-чинна фаза – гусениця довжиною 25–40 мм, колір якої варіює від світлого зеленого до коричневого, має опушення. Гусениці молодших віків розвиваються всередині павутинних гнізд, а старших віків мігрують по кроні дерева і живуть поодинокі. Залюлювання шкідника відбувається в тріщинах кори, в рослинних рештках, у ґрунті (на глибині 1,5–3 см) тощо. В степовій зоні України шкідник утворює дві генерації на рік [14].

Останнє масове ураження насаджень Устимівського дендропарку АБМ було відмічено у 2012 році, що спричинило загибель майже 30 % молодих сіянців та саджанців листопадних видів.

У 2016 та 2017 рр. у другій половині літа відмічалися поодинокі екземпляри АБМ на клені ясенелистому, а в серпні 2018 року – масове ураження цього виду. Крім того АБМ був виявлений на молодому саджанці берези (знищено 80 % листків), а у 2019 році фіксувалося масове пошкодження клена ясенелистого та шовковиці. Зазвичай в умовах парку шкодить літнє покоління. Цьому сприяють висока вологість повітря 70–80 % та середньодобова температура 20–25 °С, що є оптимальними умовами для розвитку шкідника.

Останніми роками практично не зустрічається надзвичайно небезпечний фітофаг – непарний шовкопряд (*Ocneria dispar* L.). У роки масового розмноження шкідника гусінь повністю оголювала листяні посадки. Це поліфаг, кормову базу якого складають близько 300 видів рослин, серед яких переважають види дубів, берез, тополь, лип, верб та плодів (сливи, яблуні) [7, 14]. У 2016 році наприкінці вересня було виявлено ураження непарним шовкопрядом клена американського.

Все частіше в дендропарку реєструється каштанова мінуюча міль (*Cameraria ohridella*

Deschka). Метелик невеликого розміру, завдовжки 3,5 мм. Зимує в опалому листі каштана у фазі лялечки, що стійка до низьких температур і витримує морози в межах -25 °С. В одному кілограмі сухого листа може зимувати до 4500 лялечок шкідника. Сама лялечка темно-коричнева, в коротких світлих волосинках, завдовжки 3,25–3,7 мм. Наприкінці квітня-на початку травня за суми ефективних температур 120 °С (період цвітіння каштанів) спостерігається виліт метеликів і концентрація їх на стовбурах дерев. На початку цвітіння каштанів самиці на верхньому боці листка відкладають до 30 яєць кожна. Личинки, що вийшли з яєць, вигризують мезофіл листка, утворюючи так звану «міну» [4, 8].

Пошкоджене личинками листя набуває бронзово-брунатного забарвлення, передчасно опадає, інколи – навіть вже в липні-серпні. Оголені та ослаблені дерева часто зацвітають повторно у серпні й вересні [6]. Такі дерева втрачають будь-яку стійкість щодо посухи, морозу, деяких патогенів [4].

В окремі роки, у період масового розмноження шкідника (липень-серпень), мінами може бути уражено до 70–80 % листової поверхні. У дерев пошкоджених каштановою міллю затримується весняний розвиток та засихають окремі гілки. Масове ураження гіркокаштанів міллю протягом кількох років поспіль викликає їх загибель. Наразі стоїть питання заміни у парках даного виду на більш стійкі [1].

Зміни клімату суттєво впливають на популяції комах-шкідників. Підвищення температури призводить до змін у географічному розподілі комах-шкідників, динаміці їхніх популяцій та виживанні. У 2024 році зафіксоване масове пошкодження листків гледичії галицею гледичієвою листовою. Батьківщина *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken, 1866) – Північна Америка. Завдяки досить швидкому поширенню вид вважається інвазійним у Європі. Небезпечний для лісових і декоративних насаджень. Вперше в Україні зафіксований у 2014 р. на Донеччині. Нині поширення в Україні вивчено недостатньо. Масово вид зустрічається на південному сході країни. Сильне заселення гледичії галицями може призвести до зниження росту, відмирання гілочок і часткової дефоліації дерев кормової рослини. У кліматичних умовах Центральної Європи протягом вегетаційного періоду розвивається кілька поколінь шкідника. Розвиток одного покоління триває 17–25 днів (максимум 43 дні). Зимують личинки останнього покоління в опалому листі, в коконах всередині галів, у ґрунті на глибині 2,5 см у радіусі 2 м від стовбура ураженого дерева. На початку квітня з'являються дорослі особини. Яйця самки відкладають на приквітки або молоде листя, великими купками (до кількох сотень яєць на одному листку). Личинки живляться молодими листками, їх живлення викликає утворення стручкоподібного гала (краї листової пластинки потовщуються і скручуються догори) [19, 20]. В Устимівському дендрологічному парку фітофаг виявлений поодинокі в 2024 році.

Виявлені фітофаги під час проведення фітосанітарного моніторингу представлені в **таблиці 1**.

Таблиця 1

Видовий склад фітофагів хвойних і листяних деревних і чагарникових рослин дендрологічного парку «Устимівський» (2016–2025 рр.)

Ряд	Родина	Вид	
		українська назва	латинська назва
Hemiptera	Adelgidae	Хермес сосновий звичайний	<i>Pineus pini</i> L. (Macq.)
		Хермес ялиновий пізній	<i>Adelges tardus</i> Dreyfus.
		Хермес ялиново-модриновий ранній	<i>Adelges laricis</i> Vall.
		Хермес ялиново-ялицевий бурій	<i>Adelges pectinatae</i> Chol
Hymenoptera	Diprionidae	Рудий сосновий пильщик	<i>Neodiprion sertifer</i> Goffr.
	Yponomeutidae	Бруслинова горностаєва міль	<i>Yponomeuta cagnagellus</i> Hübn.
Lepidoptera	Arctiidae	Американський білий метелик	<i>Hyphantria cunea</i> Drury
	Erebidae	Непарний шовкопряд	<i>Ocneria dispar</i> L.
	Gracillariidae	Каштанова мінуюча міль	<i>Cameraria ohridella</i> Deschka
Coleoptera	Meloidae	Шпанська ясенєва мушка	<i>Lytta vesicatoria</i> Linnaeus
	Scarabaeidae	Бронзівка золотиста	<i>Cetonia aurata</i> Linnaeus
		Бронзівка металева	<i>Potosia metallica</i> Herbst
		Бронзівка волохата,	<i>Tropinota hirta</i> Poda
Diptera	Cecidomyiidae	Галиця гледичієва листкова	<i>Dasineura gleditchiae</i> Osten Sacken

Згідно законодавства на природоохоронних об'єктах для боротьби з шкідниками дозволені до застосування лише біологічні препарати. Проте виявлено, що не у всіх шкодочинних організмів є природні або штучно створені біологічні вороги. Це призводить до значного поширення шкідників за умови заборони використання хімічних засобів захисту. На сьогодні для боротьби із шкідниками в дендрологічному парку «Устимівський» використовують механічні та біологічні методи. Механічні методи полягають у ручному збиранні й знищенні як самих шкідників, так і їхніх яєць, личинок та лялечок, збирання зимових гнізд тощо. Біологічні методи боротьби з шкідниками полягають у приваблюванні живих організмів, які є природними ворогами різних комах, наприклад, хижі й паразитуючі комахи та кліщі, комахоїдні тварини, птахи. У дендропарку зростає понад 100 видів трав'янистих рослин, що створюють умови для поширення комах-хижаків (жуки-кокцінеліди, золотоочки, жуки-жужелиці та інші). З хребетних тварин, які знищують шкідливих комах, широко розповсюджені кажани, їжаки, ящірки та жаби. Орнітофауна парку нараховує до 40 видів птахів. Особливо корисними є синиці. Під час спостережень за станом парку було відмічено, що за відсутності іншої кормової бази (сезонне зменшення кількості шкідників) синиці контролюють популяцію каштанової мінуючої молі. Проте, виходячи з реалій сьогодення, слід відмітити, що без хімічних методів боротьби з шкідниками багаторічних насаджень обійтися не можливо. Механічні та біологічні методи у разі поступаються ефективності хімічного.

Висновки

Дендрологічний парк «Устимівський» є унікальним осередком збереження та інтродукції деревних і чагарникових рослин, колекція якого налічує понад 470 таксонів, пристосованих до умов степової зони України.

Зміни клімату, поєднані з антропогенним навантаженням, призводять до зростання чисельності та шкодочинності інвазійних і аборигенних видів

комах, розширення їх ареалів і збільшення періодичності масових уражень насаджень.

Серед найбільш небезпечних фітофагів парку визначено хермесів, рудого соснового пильщика, бруслинову горностаєву міль, шпанську ясенєву мушку, бронзівку, американського білого метелика та каштанову мінуючу міль, що завдають значних пошкоджень хвойним і листяним видам.

Моніторинг чисельності шкідників та аналіз особливостей їхнього розвитку дозволяють своєчасно виявляти загрози та прогнозувати подальше поширення, що є основою для оптимізації заходів захисту.

Відмічено, що умови природно-заповідних об'єктів обмежують застосування хімічних засобів, однак виключне використання механічних і біологічних методів є недостатнім. Тому комплексний підхід, що поєднує різні способи контролю, є найбільш доцільним для підтримання стабільності дендрофлори та збереження біорізноманіття.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується більш детально вивчити видовий склад окремих родин комах. Виявити шкодочинні об'єкти з використанням не лише візуальних методів оцінки, а й спеціального обладнання (пастки, сачки тощо).

Конфлікт інтересів

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

References

1. Bilyk, O. M. (2015). Osnovni shkidnyky bahatorichnykh nasadzen dendrolohichnoho parku «Ustymivskiy». *Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Okhorona bioriznomanittia ta istoriko-kulturnoi spadshchyny u botanichnykh sadakh ta dendroparkakh» (Uman, September 6-8).* (C 25–28) Uman [in Ukrainian]
2. Chen, G., & Meentemeyer, R. K. (2016). Remote Sensing of forest damage by diseases and insects. *Remote Sensing for Sustainability*, 145–162. <https://doi.org/10.1201/9781315371931-9>

3. Amerykanskyi bilyi metelyk – «universalnyi» karantynnyi shkidnyk plodovykh, dekoratyvnykh i lisovykh kultur. (2018). *Derzhprodspozhyvsluzhba*. Retrieved from: <https://dpss.gov.ua/news/amerikanskij-bilij-metelik-universalnij-karantinnij-shkidnik-plodovih-dekorativnih-i-lisovih-kultur?v=5eceb73f22d70> [in Ukrainian]
4. Hamanova, O. M. (2007). Kashtanova minuiucha mil. Nebezpechni shkidnyk kashtaniv i sposoby obmezhenia yii chyselnosti. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 1 (127), 4–5. [in Ukrainian]
5. Ge, S.-Q., Wipfler, B., Pohl, H., Hua, Y., Ślipiński, A., Yang, X.-K., & Beutel, R. G. (2012). The first complete 3D reconstruction of a Spanish fly primary larva (*Lytta vesicatoria*, Meloidae, Coleoptera). *PLoS ONE*, 7 (12), e52511. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052511>
6. Hryhoriuk, I., Mashkovska, S., & Yavorovskiy, P. (2005). Fenomen povtornoho tsvitinnia kashtaniv. *Naukovyi Svit*, 9, 21. [in Ukrainian]
7. Izhevskiy, S. S. (2010). *Lisova entomolohiia*. Kharkiv. Akademiia. [in Ukrainian]
8. Lobanovskiy, H., & Fedorenko, V. (2005). Kashtanova mil ta zakhody z obmezhenia yii shkodochynnosti. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 3, 26–27. [in Ukrainian]
9. Marchenko, A. B. (2020). *Lisova entomolohiia: posibnyk*. Kyiv. KNT [in Ukrainian]
10. Maksymchuk, N. V., & Prokof'iev, S. V. (2011). Rehuliuвання chyselnosti populatsii rudoho sosnovoho pylshchyka (*Neodiprion sertifer* Goffr). *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 2 (1), 232–239. [in Ukrainian]
11. Meshkova, V. L. (Ed.). (2020). *Metodychni vkazivky z nahliadu, obliku ta prohnozuvannya poshyrennia shkidnykiv i khvorob lisu dlia rivnyynnoi chastyny Ukrainy*. Kharkiv. TOV Planeta-Print. [in Ukrainian]
12. Meshkova, V. L., Skrylnyk, Yu. Yu., Zinchenko, O. V., & Kochetova, A. I. (2018). Sezonnyi rozvytok sosnovoho pylshchyka (*Monochamus galloprovincialis*) u pivnichno-skhidnomu stepu Ukrainy. *Lisivnytstvo ta Lisomeliatsiia*, 130, 223–230. [in Ukrainian]
13. Padii, M. M. (2003). *Lisova entomolohiia*. Kyiv. USTA. [in Ukrainian]
14. Pisarenko, V. M., Kovalenko, N. P., Pospelova, G. D., Pischalenko, M. A., Nechyporenko, N. I., & Sherstiuk, O. L. (2020). Modern strategy of integrated plant protection. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 104–111. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.12>
15. Sydorenko, S. V., Zinchenko, O. V., Skrylnyk, Y. Y., Kukina, O. M., & Sydorenko, S. H. (2020). Entomocomplex and health condition of forest shelterbelts of the State Enterprise “Elite Research Farm of Plant Production Institute named after V. Ya. Yuryev of NAAS”. *Forestry and Forest Melioration*, 136, 184–193. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.136.2020.184>
16. Vozniuk, O. V., & Kukina, O. M. (2019). Biolohiia bruslynovoi hornostaievoi moli (*Yponomeuta cagnagellus* Hübn.) u prymyskykh nasadzhenniakh Kharkova. In T. Yu. Markina & D. V. Leontiev (Eds.). *Druha mizhnarodna konferentsiia molodykh uchenykh: Kharkivskiy pryrodnychiy forum* (April 19–20. Kharkiv). KhNPU. [in Ukrainian]
17. Vuts, J., Zsófia, L., Imrei, Z., Csonka, É. B., Birkett, M. A., & Tóth, M. (2019). In search of co-attractants for cetoniin scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae, Cetoniinae): Identification and preliminary field evaluation of volatiles from fermenting apple. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 54 (2), 229–242. <https://doi.org/10.1556/038.54.2019.020>
18. Ye, S., Rogan, J., Zhu, Z., Hawbaker, T. J., Hart, S. J., Andrus, R. A., Meddens, A. J. H., Hicke, J. A., Eastman, J. R., & Kulakowski, D. (2021). Detecting subtle change from dense Landsat time series: Case studies of mountain pine beetle and spruce beetle disturbance. *Remote Sensing of Environment*, 263, 112560. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112560>
19. Zaitseva, I. A. (2025). Invasivnyi vyd – halytsia gledychiieva lystkova (*Dasineura gleditchiae* Osten Sacken, 1866), v urboosenozakh m. Dnipro. *Mizhnarodna nauko-praktychna konferentsiia «Lisivnycha osvita ta nauka v umovakh natsionalnykh vyklykiv ta yevropeiskoi intehtatsii Ukrainy»* (June 5–6. Kyiv.). (190–191). Kyiv [in Ukrainian]
20. Zavada, M. M. (2007). *Lisova entomolohiia*. Kyiv. Kvits [in Ukrainian]
21. Zinchenko, O. V. (2018). Bruslynova hornostaieva mil (*Yponomeuta cagnagellus* Hübn.) v umovakh m. Kharkiv. *IX Z'їzd Ukrainkoho entomolohichnoho tovarystva: tezy dopovidei* (August 20–23. Kharkiv). Kharkiv [in Ukrainian]
22. Zinchenko, O. V. (2019). Peculiarities of the spindle ermine moth (*Yponomeuta cagnagellus* Hübner, 1810) biology in the Kharkiv Forest-Park. *Forestry and Forest Melioration*, 134, 132–140. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.132>

ORCID

O. Bilyk		https://orcid.org/0000-0001-9780-2517
V. Pysarenko		https://orcid.org/0000-0002-0184-3929
G. Pospelova		https://orcid.org/0000-0002-8030-1166
N. Kovalenko		https://orcid.org/0000-0001-5998-1745



2025 by the author(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.

Strip-Till and Verti-Till Technologies in the context of soil tillage minimization

V. Doroshenko✉ | V. Onipko

Article info

Correspondence Author

V. Doroshenko

E-mail:

viktor.doroshenko@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine**Citation:** Doroshenko, V., & Onipko, V. (2025). Strip-Till and Verti-Till Technologies in the context of soil tillage minimization. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 51–55. doi: 10.31210/spi2025.28.03.08

This study explores the relevance of implementing Strip-Till and Verti-Till technologies as integral components of modern soil conservation systems and sustainable agricultural production in the context of global challenges, including soil degradation, moisture deficits, climate change, and rising energy costs. The research methodology relied on a comprehensive synthesis of peer-reviewed publications, long-term field experiments, and statistical datasets. Findings indicate that Strip-Till successfully integrates the benefits of conventional and no-till systems by enabling precision strip tillage and localized fertilizer placement, thereby improving root system development, enhancing soil moisture retention, and reducing fuel consumption by up to 40–50 %. Verti-Till focuses on alleviating surface compaction, stimulating vertical root growth, improving water infiltration, and accelerating crop residue decomposition while maintaining soil cover. Comparative assessment demonstrates that both technologies significantly reduce erosion risks and CO₂ emissions, enhance soil biological activity, and stabilize crop yields under climate-induced stress conditions. Evidence from Ukrainian case studies confirms the feasibility of these approaches, particularly in moisture-limited regions, where Strip-Till improves corn and sunflower yields, whereas Verti-Till ensures high-quality seedbed preparation for winter crops. The results underscore the necessity of tailoring these technologies to specific farm conditions, integrating them with precision agriculture tools, and advancing technical innovations to maximize productivity gains and sustain soil fertility. The findings also provide a knowledge base for the development of region-specific recommendations on tillage minimization and fertilizer optimization strategies. Moreover, this research enriches the global discourse on conservation agriculture by offering actionable insights for policymakers, researchers, and practitioners seeking to reconcile high productivity with environmental stewardship. The practical significance of the study lies in demonstrating the potential of Strip-Till and Verti-Till to enhance agroecosystem resilience to climate change and contribute to long-term food security.

Keywords: Strip-Till, Verti-Till, conservation tillage, soil management, Ukraine, sustainable agriculture.

Технології Strip-till і Verti-till у контексті мінімізації обробітку ґрунту

В. П. Дорошенко | В. В. Оніпко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

У статті розглянуто актуальність впровадження технологій Strip-till і Verti-till як важливих складових сучасних систем збереження ґрунтів і сталого агровиробництва в умовах глобальних викликів, зокрема деградації ґрунтів, дефіциту вологи, зміни клімату та зростання вартості енергоресурсів. Методологія дослідження ґрунтувалася на узагальненні наукових публікацій, даних польових експериментів і статистичних звітів. Встановлено, що Strip-till поєднує переваги традиційного та нульового обробітку, забезпечуючи смугове розпушування та локальне внесення добрив, що сприяє кращому розвитку кореневої системи, збереженню вологи та економії пального до 40–50 %. Verti-till спрямований на руйнування поверхневого ущільнення, стимулює вертикальний ріст коренів, покращує інфільтрацію води й пришвидшує мінералізацію поживних решток, зберігаючи при цьому ґрунтовий покрив. Порівняльний аналіз переконує, що обидві технології знижують ризики ерозії та викиди CO₂, підвищують біологічну активність ґрунту та сприяють стабілізації врожайності в умовах кліматичних стресів. Український досвід свідчить про доцільність їх використання насамперед у регіонах із дефіцитом вологи, де Strip-till забезпечує прирост врожайності кукурудзи та соняшнику, а Verti-till ефективно готує поле під озимі культури. У висновках підкреслено важливість адаптації цих технологій до конкретних умов господарства, інтеграції з елементами точного землеробства, удосконалення технічного забезпечення й розвитку сервісних послуг, що дозволить максимізувати економічний ефект і довготривало зберегти родючість ґрунтів. Отримані результати можуть бути використані для розроблення регіональних рекомендацій із мінімізації обробітку ґрунту та оптимізації систем удобрення. Практичне значення роботи полягає в обґрунтуванні ефективності впровадження Strip-till і Verti-till для підвищення стійкості агроландшафтів до змін клімату та забезпечення продовольчої безпеки.

Ключові слова: Strip-till, Verti-till, мінімальний обробіток ґрунту, збереження родючості, Україна, сталий розвиток.**Бібліографічний опис для цитування:** Дорошенко В. П., Оніпко В. В. Технології Strip-till і Verti-till у контексті мінімізації обробітку ґрунту. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 51–55.

Сучасне аграрне виробництво перебуває під впливом комплексу глобальних викликів, серед яких найбільш значущими є деградація ґрунтів, дефіцит вологи, зміни клімату, зростання цін на енергоресурси та мінеральні добрива [16, 17, 21, 23]. Ці фактори зумовлюють необхідність пошуку технологій, здатних забезпечити оптимальний баланс між продуктивністю агроєкосистем і збереженням природних ресурсів [5, 6, 18]. Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є технології мінімізації обробітку ґрунту, що інтегрують елементи традиційних і нульових систем обробітку [14, 22].

Серед сучасних технологій обробітку ґрунту, що набули поширення в Україні, можна виокремити Full-till, No-till, Mini-till, Strip-till та Verti-till. Full-till (повна інверсійна оранка) передбачає перевертання та подрібнення скиби з перемішуванням післяжнивних решток, органічних і мінеральних добрив, внесених розкидним способом, а також формування щільної плужної підшви на глибині обробітку. На думку дослідників, такий підхід призводить до деградації ґрунту та погіршення його природних функцій. Недоліки охоплюють утворення плужної підшви, накопичення насіння бур'янів у ґрунті, ризик вітрової та водної ерозії, погіршення умов для ґрунтової біоти, прискорену мінералізацію гумусу, весняне пересушування та ущільнення ґрунту, а також високі витрати пального. Серед переваг цієї технології – швидке весняне прогрівання орного шару, очищення поля від бур'янів і доступність технічних засобів у господарствах [20, 31].

No-till (нульовий обробіток) характеризується відсутністю механічного розпушення на глибині 30–35 см, що робить її ефективною у запобіганні ерозійним процесам. Висів здійснюють у необроблений ґрунт шляхом створення вузької та контрольованої борозни, достатньої для заглиблення насіння. Переваги включають мінімізацію ерозії, сприятливі умови для мікроорганізмів, зменшення ущільнення ґрунту та зниження витрат пального. Недоліками є підвищення засміченості поля бур'янами та шкідниками, зростання пестицидного навантаження, значні інвестиції у спеціалізовану техніку та обмежена ефективність на ґрунтах із низьким вмістом гумусу [5, 7, 30].

Mini-till передбачає обмеження механічного впливу на ґрунт із метою підвищення економічної ефективності та екологічної збалансованості виробництва. Це сприяє зниженню витрат пального, добрив і засобів захисту рослин, оптимізації сівозмін, зменшенню техногенного навантаження та підвищенню врожайності. Перевагами є швидке весняне просихання ґрунту та можливість застосування наявної техніки, тоді як недоліки включають ризик ерозії та відносно високі витрати енергоносіїв [31].

Strip-till (смуговий обробіток) поєднує переваги традиційного обробітку та технологій збереження ґрунту. Обробці піддається лише смуга, призначена для висіву, що забезпечує локальне прогрівання та просушування, а також можливість внесення добрив безпосередньо в кореневу зону. Основними перевагами є ефективне смугове внесення поживних речовин, зменшення ущільнення ґрунту та економія

палива. До недоліків належать збільшення чисельності гризунів, потреба у високоточному водінні агрегатів та значні початкові капіталоукладення [3, 7, 10, 12, 26].

Verti-till (вертикальний обробіток) спрямований на усунення ущільнення верхніх шарів ґрунту, стимулювання вертикального розвитку кореневої системи, поліпшення водного режиму та підвищення родючості. Суть технології полягає у поверхневому (5–6 см) загортанні рослинних решток, що прискорює їх мінералізацію, зберігаючи при цьому залишки на поверхні для захисту ґрунту. Перевагами є розпушення верхнього шару без утворення плужної підшви, попередження формування надмірно ущільнених прошарків і збереження поживних решток. До обмежень належать потреба у відповідному технічному забезпеченні та адаптації технології до місцевих умов [3, 20].

Аналіз світової наукової літератури свідчить про значний інтерес до Strip-till та Verti-till як ефективних інструментів у збереженні ґрунтової родючості та адаптації землеробства до кліматичних змін [2, 3, 10, 15].

Так, дослідження F. Fernández, B. Sorensen, M. Villamil [7] продемонстрували, що Strip-till дозволяє поєднати переваги no-till і традиційного обробітку, забезпечуючи ефективне використання добрив і вологи. E. Adee та співавт. [1] довели, що смуговий обробіток підвищує врожайність кукурудзи та знижує енергетичні витрати.

Незважаючи на значний обсяг публікацій, питання адаптації Strip-till та Verti-till до ґрунтово-кліматичних умов України залишаються недостатньо висвітленими. Вітчизняні дослідження переважно зосереджені на окремих аспектах економічної та технологічної ефективності, тоді як інтегральна оцінка агрофізичних, хімічних і біологічних параметрів ґрунту в умовах застосування цих технологій потребує додаткового вивчення [4, 24, 27, 30].

З огляду на зазначене, актуальним є узагальнення світового та вітчизняного досвіду впровадження технологій Strip-till і Verti-till, їх адаптації до умов України та визначення перспектив розвитку з урахуванням сучасних викликів.

Мета роботи – охарактеризувати світові та вітчизняні підходи до впровадження технологій Strip-till і Verti-till та виявити їх агроєкологічні й економічні переваги у контексті мінімізації обробітку ґрунту.

Концепція Conservation Agriculture (CA) як система сталого ведення сільського господарства, спрямована на довготривале збереження і підвищення продуктивності ґрунтів, водних та біологічних ресурсів, одночасно з мінімізацією негативного впливу на довкілля. Її основою є три ключові принципи, які рекомендують ФАО та інші міжнародні організації [14]:

1. Мінімальне механічне втручання у ґрунт. Виключення або значне зменшення інтенсивності оранки та інших глибоких механічних операцій. Використання технологій No-till, Strip-till та інших методів, що зменшують розпушування ґрунту.

2. Постійний ґрунтовий покрив, що включає залишок поживних решток на полі або використання

покровних культур (cover crops), що сприяє захисту ґрунту від ерозії, збереження вологи та живлення мікроорганізмів.

3. Різноманітна і збалансована сівозміна. Чергування культур для поліпшення біологічної активності ґрунту, зменшення поширення шкідників і хвороб. Зниження ризику деградації ґрунтів та збереження родючості.

Мета СА – забезпечити стабільну і довготривалу продуктивність агроландшафтів, підвищити стійкість агросистем до змін клімату, знизити витрати ресурсів (пального, води, добрив) та мінімізувати негативний екологічний вплив [24, 32]. Впровадження таких практик, включно з Strip-till, дозволяє зменшити викиди CO₂, покращити біологічну активність і довгостроково підвищити врожайність [25].

Дослідження М. Войтовик та ін., які проводилися протягом 13 років після впровадження технології No-till у 2007 році, свідчать, що агрофізичні параметри, зокрема щільність будови ґрунту, залишалися відносно стабільними протягом досліджуваного періоду. Натомість агрохімічні показники, які є більш динамічними, зазнали суттєвіших змін. Зокрема, вміст гумусу зріс на 1,4 % у порівнянні з початковим рівнем, що супроводжувалося стійкою тенденцією до підвищення концентрації легкогідролізованого азоту, ймовірно, унаслідок тісної кореляції між цими показниками [30].

Застосування рідких фосфорних стартових добрив під час сівби сприяло зростанню запасів рухомого фосфору в орному шарі, тоді як вміст рухомого калію демонстрував поступове зниження. Забезпеченість ґрунту мікроелементами загалом залишалася високою, при цьому відзначено зростання вмісту бору та зменшення концентрацій інших мікроелементів. Така динаміка є закономірною, оскільки за технології No-till пожнивні рештки виступають ключовим джерелом повернення мікроелементів у ґрунт [30].

І. Шувар, Р. Кропивницький, М. Кравчук [25] розглядають технологію strip-till як сучасну систему обробітку ґрунту, що поєднує переваги традиційного та нульового обробітків, та передбачає смугове розпушування ґрунту з одночасним внесенням добрив у прикореневу зону, що сприяє збереженню вологи, поліпшенню структури ґрунту та підвищенню його родючості. Авторі описують технічні рішення, зокрема агрегати SLY Stripcat II та Mzuri, а також два варіанти застосування – роздільний та комбінований. Підкреслюється, що strip-till дозволяє обробляти лише близько 33% поля, зберігаючи решту під мульчею з післяжнивних решток, що зменшує ерозійні процеси та втрати вологи. Технологія є перспективною для вирощування культур з розвинутою кореневою системою (кукурудза, ріпак, буряк цукровий, соняшник тощо) і вже адаптована до умов України, особливо в посушливих регіонах.

У той же час в Північній Америці активно набирає популярності Verti-till як інструмент для зняття поверхневого ущільнення, підвищення інфільтрації води та прискорення мінералізації поживних решток [13]. У США, Канаді, країнах ЄС та Австралії Strip-till став стандартом для вирощування кукурудзи, ріпаку та інших просапних культур [1, 8, 9, 11].

І. Jaskulska та ін. [12] довели вплив смугового обробітку ґрунту з одним проходом на його властивості та врожайність. На їхню думку обробіток ґрунту є важливим агротехнічним заходом, який визначає стан ґрунтового середовища та його продуктивний потенціал. Ефект від його застосування залежить від системи та інтенсивності обробки, зокрема від глибини розпушування та ступеня інверсії орного шару. Модифікація цієї технології, смуговий обробіток з одним проходом (ST-OP), поєднує підготовку ґрунту, внесення добрив та сівбу в межах одного технологічного процесу. Авторі проводили польовий стаціонарний експеримент тривалістю вісім років на супіщаному ґрунті (Luvisol) для порівняння ST-OP із традиційною оранкою відвальним плугом (CT) та скороченим обробітком (RT), виконаними на глибину 20 см. Аналіз охоплював 44 показники, що характеризували фізичні, хімічні, біологічні та біохімічні параметри верхнього шару ґрунту (0–20 см), а також об'ємну щільність, опір проникненню та вологість у шарі 25–30 см. Результати показали, що ST-OP суттєво відрізнявся від CT і RT за комплексом ґрунтових показників. У ґрунті після ST-OP виявлено у 2–4 рази більше дощових черв'яків, з біомасою у 2–5 разів вищою, а також підвищений вміст доступного фосфору та калію, загальної кількості бактерій, целюлозолітичних мікроорганізмів і грибів. Активність фосфатаз також була вищою порівняно з іншими методами. Концентрація органічного вуглецю та його вміст у більшості фракцій органічної речовини перевищували показники при CT, за винятком гумінів. Врожайність озимого ріпаку та пшениці в умовах ST-OP була дещо вищою, ніж при використанні CT та RT, що свідчить про перспективність цієї технології для підвищення біологічної активності та покращення родючості ґрунту [12].

Дослідження І. Husty та ін. [9] підтвердили переваги цієї технології в умовах Центральної Європи, зокрема зниження ущільнення та ерозії. Щодо Verti-till, К. Jones [13] у своїй роботі наголосив на його ефективності в боротьбі з поверхневим ущільненням та управлінні поживними рештками, особливо в умовах Північної Америки.

Дослідження F. Fernández, B. Sorensen, M. Villamil в штаті Іллінойс свідчать, що підвищення врожайності кукурудзи (*Zea mays* L.) та сої (*Glycine max* (L.) Merr.) при застосуванні смугового обробітку (ST) порівняно з безорним (NT) пов'язане не лише з особливостями розвитку кореневої системи, а й з покращеним засвоєнням поживних речовин. Разом із тим вплив цих технологій на фізичні та хімічні властивості ґрунту досліджений недостатньо. Вони оцінили зміни вмісту органічної речовини (SOM), опору проникненню (PR), об'ємної щільності (BD), стабільності водних агрегатів (WAS) та швидкості інфільтрації (INF) за умов NT та ST у польових умовах кукурудзяно-соевої сівозміни, де з 2007 року впроваджували різні системи обробітку, з урахуванням положення відносно рядків культури та глибини відбору зразків. У середньому ST забезпечив на 8,6 % вищий вміст SOM (3,8 % проти 3,5 % при NT), зменшив об'ємну щільність ґрунту на 4 % (до 1,35 г/см³) та знизив опір проникненню на 18 %

(до 0,94 МПа). Для WAS та INF чітких відмінностей не зафіксовано, що вказує на необхідність триваліших спостережень для виявлення потенційних ефектів. Результати підтверджують, що переваги ST у врожайності частково зумовлені поліпшенням фізичних властивостей ґрунту [7].

Подібні результати отримані в Польщі, де за 8 років використання Strip-till One-Pass Technology (ST-OP) зафіксовано вищий вміст доступного фосфору та калію, збільшення чисельності дощових черв'яків у 2–5 разів, зростання активності ґрунтових ферментів та мікробіоти [12]. Польові дослідження в ЄС та Північній Америці підтвердили економічні переваги: економія пального до 50 %, зменшення трудовитрат, стабільна врожайність кукурудзи та ріпаку [9, 12].

В **таблиці 1** наведена порівняльна характеристика двох видів обробітку ґрунту за даними дослідників [13, 31].

Головними перевагами Verti-till можна вважати:

- покращення інфільтрації та накопичення вологи;
- відсутність глибоких ущільнень;
- пришвидшене розкладання рослинних решток;
- збереження структури ґрунту та запобігання ерозії.

Водночас Verti-till менш ефективний для боротьби з бур'янами та не забезпечує настільки високої концентрації добрив у прикореневій зоні, як Strip-till [29].

Таблиця 1

Порівняльний вплив технологій на властивості ґрунту

Показники	Strip-till	Verti-till
глибина обробітку	15–25 см у смугі	5–6 см поверхнево
збереження поживних решток	60–80 %	50–70 %
вплив на вологозбереження	високий	середній – високий
зниження ерозії	значне	значне
концентрація добрив у зоні коренів	висока	низька
борьба з ущільненням	частково	висока (у верхньому шарі)

Джерело: [13, 31].

Серед них технологія strip-till поєднує переваги традиційного та нульового обробітків, забезпечуючи смугове розпушування ґрунту з одночасним внесенням добрив у прикореневу зону [25]. Це сприяє збереженню вологи, покращанню структури та підвищенню родючості ґрунту. В Україні Strip-till впроваджується з початку 2010-х років, спершу у південних областях із посушливим кліматом.

Господарства відзначають економію пального до 40 л/га, підвищення врожайності кукурудзи та соняшнику, особливо в умовах дефіциту вологи [25, 28]. Verti-till в Україні використовується переважно для підготовки ґрунту під озими та ярі культури, а також для управління поживними рештками. Фермери відзначають поліпшення рівномірності сходів, швидший весняний прогрів ґрунту та ефективне вологозбереження [20].

Досвід США, Канади та ЄС показує, що Strip-till і Verti-till зменшують витрати пального на 30–50 %, трудові витрати – на 20–40 %, а викиди CO₂ – до 125 кг/га на рік (Jaskulska et al., 2020). При цьому зберігається або зростає врожайність, особливо в умовах стресових факторів (посухи, ерозії). В Україні економічний ефект залежить від культури, ґрунтово-кліматичних умов і рівня технічної оснащеності господарства. У господарствах, що впровадили Strip-till, відзначено зниження собівартості виробництва кукурудзи на 8–15 % [26].

Висновки

Метою проведеного огляду було здійснення аналізу принципів, переваг і обмежень технологій Strip-till і Verti-till – як технологій мінімізації обробітку ґрунту, а також визначення їх агро-екологічної та економічної ефективності. Встановлено, що Strip-till і Verti-till є ефективними технологіями мінімізації обробітку ґрунту, що поєднують переваги збереження родючості з економічною вигодою. Strip-till забезпечує високий рівень вологозбереження та ефективне використання добрив, тоді як Verti-till більш орієнтований на боротьбу з ущільненням і управління поживними рештками. Українська практика підтверджує доцільність їхнього впровадження в умовах змін клімату та зростання вартості ресурсів. Для максимального ефекту потрібна адаптація технологій до конкретних умов господарства, удосконалення технічних засобів та інтеграція з елементами точного землеробства.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленому вивченні впливу новітніх технологій на ефективність обробітку ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур. Також важливо розробити адаптивні моделі сівозміни з урахуванням кліматичних змін і регіональних особливостей. Крім того, варто дослідити економічну доцільність впровадження інноваційних агротехнологій у різних типах господарств.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Adee, E., Hansel, F. D., Ruiz Diaz, D. A., & Janssen, K. (2016). Corn response as affected by planting distance from the Center of Strip-Till fertilized rows. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01232>
2. Blagoev, A. (2024). Effects of Strip-till technology on agricultural systems. *Economic Thought Journal*, 69 (3), 388–400. <https://doi.org/10.56497/etj2469306>
3. Chaikovskiy, V. (2021). No-till та verty-till – як в Агрофорті тестувати на своїх поліах обидві технології. *SuperAgronom.com*. Retrived from: <https://superagronom.com/blog/849-no-till-ta-verty-till-yak-v-agrofort-testuyut-na-svoiyh-polyah-obidvi-tehnologiyi> [in Ukrainian]
4. Domushchi, D., Osadchuk, P., & Enakiev, Y. (2024). Research of innovative resource-saving technologies for soil tillage in crop production. *Aktualni aspekty rozvytku nauky i osvity: zbirnyk materialiv IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii nauково-pedahohichnykh pratsivnykiv ta molodykh naukovtsiv, (24-25 zhovtnia 2024 r.)*. (199–201). Odesa : ODAU [in Ukrainian]

5. Doroshenko, V., & Onipko, V. (2025). Vplyv obrobky nasinnia na prorostannia ta vrozhaist zerna kukurudzy. *Chetverti Sazanovski chytannia: Ahrarna nauka i osvita: postati, zdobutky, perspektivy : materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii prysviachenoj 105-richchii zasnuvannia Poltavskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu ta Navchalno-naukovoho instytutu ahrotekhnologii, selektsii ta ekologii*, (25 bereznia 2025 r.). (57–61) Poltava : RVV PDAU [in Ukrainian]
6. Dosvid vprovadzhennia strip-till v Ukraini: perevahy ta niuansy. (2021). *SuperAgronom.com*. Retrived from: <https://superagronom.com/articles/480-dosvid-vprovadjennya-strip-till-v-ukrayini-perevagi-ta-nyuansi> [in Ukrainian]
7. Fernández, F. G., Sorensen, B. A., & Villamil, M. B. (2015). A comparison of soil properties after five years of No-till and Strip-till. *Agronomy Journal*, 107 (4), 1339–1346. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0549>
8. Gałęzowski, L., Jaskulska, I., Kotwica, K., & Lewandowski, L. (2022). The dynamics of soil moisture and temperature-Strip-till vs. plowing—A case study. *Agronomy*, 13 (1), 83. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010083>
9. Husti, I., Daróczy, M., Kovács, I., & Béres, K. (2016). Strip till: an economic alternative for the Hungarian agriculture. *Hungarian Agricultural Engineering*, 29, 21–23. <https://doi.org/10.17676/hae.2016.29.21>
10. Jaskulska, I., & Jaskulski, D. (2020). Strip-Till One-pass technology in Central and Eastern Europe: A MZURI Pro-Til hybrid machine Case Study. *Agronomy*, 10 (7), 925. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070925>
11. Jaskulska, I., Romanekas, K., Jaskulski, D., & Wojewódzki, P. (2020). A Strip-Till One-pass system as a component of conservation agriculture. *Agronomy*, 10 (12), 2015. <https://doi.org/10.3390/agronomy10122015>
12. Jaskulska, I., Romanekas, K., Jaskulski, D., Gałęzowski, L., Breza-Boruta, B., Dębska, B., & Lemanowicz, J. (2020). Soil properties after eight years of the use of Strip-Till One-pass technology. *Agronomy*, 10 (10), 1596. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101596>
13. Jones, K. (2025). Vertical Tillage Climbs in Popularity. *Successful Farming*. Retrieved from: <https://www.agriculture.com/vertical-tillage-climbs-in-popularity-11693170>
14. Kassam, A., Friedrich, T., Derpsch, R., & Kienzie, J. (2015). Overview of the worldwide spread of conservation agriculture. *OpenEdition Journals*, 8. Retrieved from: <https://journals.openedition.org/factsreports/3966>
15. Kosolap, M. P. (2023). *Systemy zberihaiuchoho zemlerobstva: No-till i Strip-till*. Kyiv: NUBiP Ukrainy [in Ukrainian]
16. Kovács, G. P., Simon, B., Balla, I., Bozók, B., Dekemati, I., Gyuricza, C., Percze, A., & Birkás, M. (2023). Conservation tillage improves soil quality and crop yield in Hungary. *Agronomy*, 13 (3), 894. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030894>
17. Mitchell, J. P., Carter, L. M., Reicosky, D. C., Shrestha, A., Pettygrove, G. S., Klonsky, K. M., Marcum, D. B., Chessman, D., Roy, R., Hogan, P., & Dunning, L. (2016). A history of tillage in California's Central Valley. *Soil and Tillage Research*, 157, 52–64. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.10.015>
18. Mushynskiy, A., & Onipko, V. (2025). Porivnialna otsinka gruntovykh ta lystovykh protyzlakovykh herbistydiv u posivakh kukurudzy. *Chetverti Sazanovski chytannia: Ahrarna nauka i osvita: postati, zdobutky, perspektivy : materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii prysviachenoj 105-richchii zasnuvannia Poltavskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu ta Navchalno-naukovoho instytutu ahrotekhnologii, selektsii ta ekologii*, (25 bereznia 2025 r.). (76–79) Poltava : RVV PDAU [in Ukrainian]
19. Polova, O. (2025). Strip Till: tekhnolohiia tochnoho smuhovoho obrobittu gruntu dlia pidvyshchennia prybutkovosti. *Zdorova zemlia Ukrainy*. Retrived from: <https://healthysoil.in.ua/strip-till-tekhnolohiya-tochnoho-smuhovoho-obrobittu-gruntu-dlya-pidvyshchennya-prybutkovosti/> [in Ukrainian]
20. Poloviy, P. (2021). Perevahy perekhodu na tekhnolohiiu obrobittu hruntu Verti-till ta osoblyvosti yoho vprovadzhennia na vlasnykh zemliakh. *Zdorova zemlia Ukrainy*. Retrived from: <https://healthysoil.in.ua/technology-to-increase-yields-and-profitability/> [in Ukrainian]
21. Różewicz, M. (2022). Review of current knowledge on strip-till cultivation and possibilities of its popularization in Poland. *Polish Journal of Agronomy*, 49, 20–30. <https://doi.org/10.26114/pja.iung.488.2022.49.03>
22. Rozhkov, A. O., Marenych, M. M., Kulyk, M. I., Kuts, O. V., & Svyrydova, L. A. (2024). *Ekolohichne roslinnytstvo: navchalnyi posibnyk*. Kharkiv: DBTU [in Ukrainian]
23. Sahachko, Y., Smihunova, O., & Podolska, O. (2023). Prospects for the formation of investment support for the technological growth of the agricultural sector of the Ukrainian economy in the post-war period. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 27(3), 62–70. <https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/3.2023.62>
24. Semperovych, I. V., & Antoshchenkova, V. V. (2024). Tekhnolohii ta praktyky staloho silskoho hospodarstva. *Tekhnichniy prohres v APV: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. (458–456). Kharkiv [in Ukrainian]
25. Shuvar, I. A., Kropyvnytskyi, R. B., & Kravchuk, M. M. (2020). Suchasni systemy obrobittu gruntu, yak faktor polipshennia yoho rodiuchosti u adaptivno-landshaftnomu zemlerobstvi. *Integración de las ciencias fundamentales y aplicadas en el paradigma de la sociedad postindustrial*, 1, 106–110. <https://doi.org/10.36074/24.04.2020.v1.38>
26. Tekhnolohiia Strip-Till: kroky Ukrainy do innovatsii. (2024). *Ekipagro*. Retrived from <https://ekipagro.com/uk/tehnologiya-strip-till-kroki-ukrayini-do-innovatsij/> [in Ukrainian]
27. Tomashivskiy, Z. M., & Ivaniuk, V. Ya. (2014). Systemy obrobittu gruntu v Ukraini ta svi. *Aktualni problemy gruntoznavstva, zemlerobstva ta ahrokhimii: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii*. (154–160). Lviv [in Ukrainian]
28. Tomchuk, V. V. (2020). Perspektyvy zastosuvannia tekhnolohii strip-till u konteksti zmenshennia antropohennoho navantazhennia na grunt. *Slovak International Scientific Journal*, 1 (3), 11–20.
29. Tomnytskyi, A., Hranovska, L., Lykhovyd, P., Reznichenko, N., & Kozyriev, V. (2024). Tillage influence on agrophysical soil properties and crop productivity in the irrigated conditions of the steppe zone of Ukraine. *Scientific Horizons*, 27 (10), 70–78. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.70>
30. Voitovsky, M. V., Barannyk, A. V., Harbar, V. V., & Lisovskyi, A. C. (2024). Practical monitoring of soil fertility with the implementation of soil-conserving farming systems (based on No-till technology). *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*, 45, 7–15. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-4.1>
31. Vyshnevetska, O. V. (2022). Perevahy i nedolikiy resursozberihaiuchykh tekhnolohii obrobittu gruntu. *Vdoskonalennia finansovo-kredytnoho mekhanizmu zabezpechennia innovatsiinoho rozvytku ahrarnoho sektoru ekonomiky, silskykh terytorii ta krain V-4: mizhnarodna naukovo-praktychna internet-konferentsiia*. (Chastyna 2., 235–237). Dubliany [in Ukrainian]
32. Yang, Y., Fielke, J., Ding, Q., & He, R. (2018). Field experimental study on optimal design of the rotary Strip-till tools applied in rice-wheat rotation cropping system. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11 (2), 88–94. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20181102.3347>

ORCID

V. Doroshenko 

<https://orcid.org/0009-0004-7897-1277>

V. Onipko 

<https://orcid.org/0000-0002-2260-971X>



2025 by the author(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.

Agrobiological evaluation of sowing dates and techniques for grain corn

A. Mushinsky  | V. Onipko

Article info

Correspondence Author

A. Mushinsky

E-mail:

andrii.mushynskiy@pdaa.edu.ua

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

Citation: Mushinsky, A., & Onipko, V. (2025). Agrobiological evaluation of sowing dates and techniques for grain corn. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 56–62. doi: 10.31210/spi2025.28.03.09

The article presents an agrobiological analysis of the influence of sowing dates and methods on the growth, development and productivity of corn (*Zea mays* L.) in the conditions of the central Forest-Steppe zone of Ukraine. The relevance of the topic is associated with increased climatic risks, changes in agrometeorological conditions and increasing requirements for the effective use of soil and climatic resources. The purpose of the study is to generalize modern scientific approaches to optimizing the timing of corn sowing, taking into account biological, climatic and technological factors. The review analyzed publications by Ukrainian and foreign scientists devoted to the influence of sowing on the morphometric parameters of corn, biomass formation and yield. It is shown that early sowing dates provide better initial conditions for plant development, a longer growing season and better realization of the genetic potential of yield. At the same time, the use of ridge sowing contributes to the preservation of moisture in the soil and improvement of the development of the root system, which is confirmed by research data. On the other hand, late sowing dates significantly reduce the biological productivity of plants and lead to crop losses of up to 25–30 %, which is proven by domestic and international studies. The regional features of corn adaptation to sowing dates in the conditions of the Forest-Steppe are highlighted, as well as the relationship between weather conditions and morphological characteristics of plants. The obtained generalization results can be used as a scientific basis for adaptive management of corn cultivation technology in conditions of climate change. It is noted that the results of the review deepen the understanding of the factors that determine the efficiency of sowing and serve as a guideline for the development of practical recommendations in modern agricultural production. Another promising direction is the use of remote monitoring and artificial intelligence for operational decision-making in field conditions. The obtained data can form the basis of adaptive technologies for corn cultivation in conditions of increased climatic instability.

Keywords: corn, sowing date, sowing method, agrobiological evaluation, yield, growth parameters, Forest-Steppe.

Агробіологічна оцінка строків і способів сівби кукурудзи на зерно

A. A. Мушинський | B. B. Оніпко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

У статті представлено агробіологічний аналіз впливу строків і способів сівби на ріст, розвиток та продуктивність кукурудзи (*Zea mays* L.) в умовах центральної Лісостепової зони України. Актуальність теми зумовлена підвищенням кліматичних ризиків, змінами агрометеорологічних умов і зростанням вимог до ефективного використання ґрунтово-кліматичних ресурсів. Метою дослідження є узагальнення сучасних наукових підходів щодо оптимізації строків сівби кукурудзи з урахуванням біологічних, кліматичних і технологічних чинників. У межах огляду проаналізовано публікації українських і зарубіжних вчених, присвячені впливу сівби на морфометричні параметри кукурудзи, формування біомаси та врожайності. Показано, що ранні строки сівби забезпечують кращі стартові умови для розвитку рослин, довший вегетаційний період та кращу реалізацію генетичного потенціалу врожайності. При цьому, використання гребневої сівби сприяє збереженню вологи в ґрунті та покращенню розвитку кореневої системи, що підтверджено даними досліджень. Натомість пізні строки сівби значно зменшують біологічну продуктивність рослин та призводять до втрат врожаю до 25–30 %, що доведено вітчизняними й міжнародними дослідженнями. Висвітлено регіональні особливості адаптації кукурудзи до строків сівби в умовах Лісостепу, а також залежність між погодними умовами та морфологічними характеристиками рослин. Отримані результати узагальнень можуть бути використані як наукова основа для адаптивного управління технологією вирощування кукурудзи в умовах кліматичних змін. Зазначено, що результати огляду поглиблюють розуміння факторів, що визначають ефективність сівби, та слугують орієнтиром для розроблення практичних рекомендацій у сучасному агропромисловості. Перспективним напрямом є також застосування дистанційного моніторингу та штучного інтелекту для оперативного прийняття рішень у польових умовах. Отримані дані можуть лягти в основу адаптивних технологій вирощування кукурудзи в умовах підвищеної кліматичної нестабільності.

Ключові слова: кукурудза, строки сівби, спосіб сівби, агробіологічна оцінка, урожай, ріст, Лісостеп.

Бібліографічний опис для цитування: Мушинський А. А., Оніпко В. В. Агробіологічна оцінка строків і способів сівби кукурудзи на зерно. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 56–62.

Рациональне визначення строків сівби кукурудзи на зерно є важливим завданням сучасного агро-виробництва, особливо в умовах кліматичної нестабільності та необхідності обґрунтованого використання природних і економічних ресурсів. Від правильно обраних способу та часу сівби залежить збалансований розвиток культури, зокрема тривалість і повнота проходження вегетаційних фаз, ефективність фотосинтезу, водоспоживання, а також здатність рослин адаптуватися до несприятливих погодних умов. Невідповідність строків сівби агро-кліматичним умовам регіону нерідко призводить до зниження врожайності, погіршення якісних показників зерна та збільшення втрат внаслідок стресових факторів. У працях вітчизняних та зарубіжних учених активно висвітлюється питання впливу строків сівби на ріст і продуктивність кукурудзи. Так, S. Mason, T. Galusha, Z. Kmail виявили, що строки сівби істотно впливають на урожай гібридів різної тривалості вегетації, особливо в умовах посухи [30]. У масштабному синтез-аналітичному дослідженні V. Nguyen та ін. підтверджено стійкий негативний тренд урожайності при запізненні сівби, що було встановлено на основі даних польових дослідів у США [33]. L. Zhou та ін. [35] продемонстрували, що строки та щільність сівби значно впливають на водоспоживання та ефективність фотосинтезу, що на пряму корелює з урожайністю. У регіональному контексті A. Khalifa та ін. дослідили інбредні лінії жовтої кукурудзи в умовах Єгипту та виявив суттєві зміни ростових характеристик залежно від строків сівби [28]. M. Mousavi Nasab та ін. [31] в Ірані зафіксували чіткий взаємозв'язок між строками сівби і показниками якості зерна у гібридів кукурудзи. Аналогічні результати отримали J. Shrestha M. Kandel, A. Chaudhary, які дослідили вплив строків на вегетаційний ріст і розвиток кукурудзи в умовах Непалу [34] та M. Javed та ін., проаналізували взаємодію між способами сівби, джерелами азоту й урожайністю в умовах Пакистану [27].

Дослідники України також вносять вагомий внесок у розробку ефективних агротехнологій для кукурудзи. Так, В. Гангур, М. Пелих довели, що оптимальні строки сівби забезпечують масу 1000 зернин і високу урожайність в умовах Лівобережного Лісостепу [8]. У свою чергу, О. Міщенко, В. Гангур і Є. Даніленко встановили, що найвищу продуктивність можливо отримати за оптимальної густоти рослин/га з урахуванням особливостей гібриду [14].

Попри значний обсяг наукових напрацювань, досі бракує систематизованих досліджень, які комплексно враховують біологічні особливості гібридів кукурудзи, варіативність строків сівби, кліматичні чинники та новітні агротехнології в конкретних агро-кліматичних зонах. Це визначає актуальність дослідження, яке спрямоване на оптимізацію технологічних прийомів вирощування кукурудзи на зерно в умовах адаптивного землеробства.

Саме тому метою роботи є узагальнення та характеристика сучасних наукових підходів щодо впливу способів та строків сівби на ріст, розвиток і продуктивність кукурудзи в різних кліматичних

умовах, яка передбачала розгляд основних чинників, що впливають на вибір строків та способів сівби кукурудзи, аналіз сучасних досліджень щодо умов сівби на біометричні показники урожайності кукурудзи та взаємозв'язок з погодними умовами регіону.

Рациональний вибір строків та способів сівби кукурудзи (*Zea mays* L.) є критично важливим елементом адаптивного землеробства, що визначає ефективність росту, розвитку та продуктивність культури. Загальновідомо, що формування урожаю сільськогосподарських культур залежить від взаємодії комплексу природних і технологічних чинників, серед яких найвагомішими є температурний режим ґрунту на момент висіву, вологозабезпечення, біологічні особливості сорту чи гібриду, характер агротехнічних заходів, а також регіональні агрокліматичні умови [7, 26, 32].

Зокрема, С. Кравець встановив вплив способів сівби та густоти рослин на ріст, розвиток і формування врожайності кукурудзи в південно-західному Степу України. Поєднання надшироких міжрядь (210 см) та смугової сівби (210 × 70 см) із загущенням посівів (до 60–70 тис. рослин/га) порівняно із традиційною шириною міжрядь 70 см і густотою до 40 тис. рослин/га дозволило підвищити врожайність зерна на 15,8–26,3 %. Варіанти стрічкової сівби показали найбільші переваги, особливо при загущенні рослин. Проте при надшироких міжряддях збільшення врожаю обмежується скупченістю рослин у рядку. Загалом нові способи сівби дають змогу ефективніше використовувати ресурси ґрунту й опадів, покращуючи продуктивність кукурудзи в умовах степу [12].

Згідно з результатами досліджень S. Mason, T. Galusha, Z. Kmail температура ґрунту на глибині загортання насіння має бути не нижчою за 10 °С, оскільки саме цей температурний поріг забезпечував дружне й рівномірне проростання насіння та зменшує ризик розвитку хвороб на ранніх етапах вегетації. У роботі акцентовано на тому, що сівба у холодний або надмірно зволожений ґрунт унеможлиблює реалізацію потенціалу продуктивності через скорочення вегетаційного періоду, що своєю чергою зумовлювало зсув критичних фаз розвитку кукурудзи (цвітіння, налив зерна) у несприятливі погодні вікна [30]. Дослідження О. Бараболі та І. Косенка, засвідчують перевагу сівби 20 квітня для середньостиглих гібридів, зокрема ДКС 3939, у якого зафіксовано приріст урожайності до 20,1 % порівняно з ранішими термінами. Водночас за умови пізнішої сівби, 5 травня, спостерігалось підвищення врожайності, що автори пов'язують із кращим прогріванням ґрунту й сприятливим гідротермічним режимом у початковий період вегетації, що забезпечувало більш активне формування кореневої системи та рівномірні сходи [3]. Систематичний метааналіз V. Nguyen та ін. на базі масштабного синтезу даних польових дослідів в США продемонстрував стабільне зростання продуктивності кукурудзи на 10–15 % у разі дотримання ранніх строків сівби [33]. Особливо це проявлялось в регіонах із коротким вегетаційним періодом, де своєчасний висів є запорукою повного проходження фенологічних фаз. Дослідники також

підкреслюють, що строки сівби є критичним елементом адаптаційної стратегії управління посівами, оскільки вони визначають взаємодію із сезонною мінливістю кліматичних умов – зокрема, розподілом опадів та амплітудою температур [9, 16, 17, 21].

Не менш важливими є результати досліджень L. Zhou та ін., які довели, що строки сівби мають тісний взаємозв'язок із густотою рослин і рівнем забезпеченості культури поживними речовинами. Оптимізація цих агротехнічних параметрів у поєднанні зі сівбою в сприятливій агрокліматичній терміні дали змогу досягти високої ефективності фотосинтетичних процесів і підвищити коефіцієнт використання вологи, що особливо важливо в умовах дефіциту опадів [35]. Крім того, результати експериментів A. Khalifa та ін., проведених у посушливих регіонах Єгипту, продемонстрували, що строки сівби істотно вплинули на рівень стресостійкості рослин, зокрема, за ранньої сівби фіксувалася краща адаптація до теплового стресу в критичні фази розвитку, що прямо корелює з продуктивністю. Такі висновки є релевантними і для умов України, особливо в періоди підвищеної кліматичної нестабільності [28].

У національному контексті, зокрема в умовах Лівобережного Лісостепу України, дослідження В. Гангура і М. Пелиха підтвердили високий рівень варіативності оптимальних строків сівби, що пов'язано зі зростанням кліматичних ризиків, зокрема весняних заморозків і нерівномірного розподілу опадів. Науковці наголошують на доцільності гнучкого підходу до планування строків висіву, орієнтованого на погодні прогнози та локальні агрометеорологічні показники [8]. У дослідженні А. Влащука, О. Колпакової та О. Конашук розглянуто вплив строків сівби та щільності посіву на врожайність нових гібридів кукурудзи різних строків стиглості в умовах зрошення степової зони півдня України, так за середніми показниками 2014–2016 років, найвищу врожайність, 13,69 т/га продемонстрував середньостиглий гібрид «Каховський» при другому строку сівби та густоті посіву 70 тис. рослин/га. Скоростиглий гібрид «Тендра» досяг максимуму врожайності, 10,96 т/га – за аналогічного строку сівби, але при більшій щільності – 90 тис. рослин/га. Середньоранній гібрид «Скадовський» виявив найкращі результати, 11,92 т/га – також за другого строку сівби і тієї ж густоти стояння [4].

За результатами досліджень З. Глука і А. Форостині, встановлено, що врожайність кукурудзи суттєво залежить від строків сівби та групи стиглості гібридів. Найвищі показники продуктивності у ранньостиглих і середньостиглих гібридів були зафіксовані за раннього висіву, тоді як пізньостиглий гібрид демонстрував максимальну врожайність при сівбі за умови прогрівання ґрунту до 10–12 °С. Несприятливі погодні умови, зокрема прохолодна весна та дефіцит вологи у 2021 році, знизили врожайність усіх гібридів на 0,5–1,3 т/га [9].

На Хмельницькій ДСГДС вчені, Ж. Молдован, С. Собчук досліджували вплив строків сівби та густоти стояння рослин на врожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Встановлено,

що найвищу врожайність забезпечувала сівба у третій декаді квітня. Оптимальна густота стояння для ранньостиглих і середньоранніх гібридів становила 90 тис. рослин/га, для середньостиглого, 85 тис./га. Найвищу врожайність, 9,11 т/га – сформував гібрид Красилів 327 МВ. Результати показали, що строк сівби мав найбільший вплив на врожайність (до 64 %), а також відзначено значну варіабельність урожайності залежно від погодних умов [16].

Таким чином, вибір строків сівби кукурудзи має базуватися на комплексному аналізі погодних умов, типу ґрунту, особливостей гібриду та технологічних аспектів вирощування. Системна інтеграція кліматичних, біологічних і агротехнічних чинників є обов'язковою умовою забезпечення стабільної і високої врожайності культури в умовах глобального потепління та зростаючої нестачі природних ресурсів.

Строки та способи сівби мають значний вплив на біометричні показники кукурудзи, від них залежать такі характеристики рослини, як висота, кількість листків, площа листової поверхні, діаметр стебла, маса рослини, довжина та маса качана, кількість рядів зерен у качані, а також маса тисячі зерен. Підтвердженням чого є дослідження А. Дробітько, Н. Нікончук які переконують, що спосіб сівби та густота рослин суттєво впливають на структуру рослин кукурудзи, особливо на морфометричні показники качанів. Найвищі значення маси рослин і показників структури качанів (кількість рядів зерен, зерен у ряді, маса 1000 зерен) спостерігались у варіантах із надширокими міжряддями (210 см) та смуговими посівами (210 × 70 см). Загущення посівів призводило до зменшення цих показників, однак на стрічкових посівах врожайність зростала до 26,3 %, тоді як на звичайних із міжряддям 70 см – максимум на 15,8 %. Висока озерненість качанів (80,1–83,2 %) зберігалася за всіх способів сівби, але поступово зменшувалась із підвищенням густоти. Висока кореляція між густотою і зниженням озерненості ($R^2 = 0,74$) підтверджує вплив густоти на структуру врожаю [11]. Найефективнішим виявився смуговий спосіб сівби при загущенні до 60–70 тис. рослин/га. М. Степаненко, М. Грабовський, підтверджують істотний вплив способу сівби, гібридних особливостей та кліматичних умов на масу 1000 зерен кукурудзи. У дослідженнях, проведених у Правобережному Лісостепу України, максимальні значення маси зерна спостерігалися при схемі сівби 20,3 × 91,4 см. Гібриди з більшим вмістом ендосперму, зокрема СИ Зефір і НК Термо, формували важче зерно, що є важливим чинником для біостанольного виробництва. Погодні умови також значно впливали на результати: у сприятливі роки зерно було важчим, ніж у стресових [25]. При ранньому строку сівби, коли посів проводили у середині квітня, кукурудза мала більше часу для росту та розвитку. Це може сприяти збільшенню висоти рослин, площі листової поверхні, а також маси вегетативної частини. Проте, у таких умовах існував ризик потрапляння сходів під вплив низьких температур, що може призводити до затримки проростання та можливого ураження хворобами.

Оптимальні строки сівби, як правило, припадають на кінець квітня – початок травня. У цей період температура ґрунту зазвичай досягає 10–12 градусів Цельсія, що сприяло швидкому проростанню насіння, активному росту рослин і формуванню повноцінного врожаю. Саме за такого строку сівби фіксувалися найвищі показники біометричних ознак: максимальна висота рослин, найбільша площа листкової поверхні, оптимальна довжина качана та найвища маса зерна. Пізній строк сівби, який припадає на середину або другу половину травня, часто призводив до погіршення біометричних показників. Через скорочений вегетаційний період, рослини не встигали повноцінно розвиватися. Висота рослин зменшувалася, листкова поверхня формувалася меншою, знижувалася маса качана та кількість зерен у ньому. Крім того, за високих температур і нестачі вологи в ґрунті на ранніх етапах розвитку кукурудза може переживати стрес, що негативно впливає на її ріст [1, 10, 19, 23]. Саме тому, строки сівби є критичним фактором у формуванні біометричних показників кукурудзи. Дотримання оптимальних строків сприяє кращому розвитку рослин і підвищенню врожайності, тоді як занадто ранні або пізні посіви можуть зменшити продуктивність культури.

Біометричні параметри кукурудзи, такі як висота рослини, площа листкової поверхні, маса зерен і продуктивність, тісно пов'язані зі строками сівби. Вчасна сівба сприяє повноцінному проходженню всіх фаз розвитку і максимальному використанню потенціалу гібриду. Згідно з дослідженнями В. Гангура і В. Руденка ранні строки сівби забезпечували більш швидке проростання насіння і формування потужної рослини, тоді як пізні строки призводили до скорочення висоти рослин, меншої площі листя і загального зниження біомаси [5]. Як встановлено в дослідженнях В. Паламарчука, найбільші лінійні розміри рослин кукурудзи (висота, площа листя) фіксувалися за ранніх строків сівби (t° ґрунту $+8^{\circ}\text{C}$), особливо в гібридів із довшим вегетаційним періодом [20]. Так, S. Mason, T. Galusha, Z. Kmail констатують, що у гібридів з тривалим періодом вегетації пізні строки сівби знижували біометричні показники на 12–18 %, що призводило до меншої продуктивності [30], V. Nguyen та ін. відзначають, що параметри, такі як маса 1000 зернин і загальна біомаса, істотно корелювали із датою сівби, де ранні строки позитивно впливали на накопичення сухої речовини [33].

L. Zhou та ін. доводять, що строки сівби взаємодіяли із густотою рослин, впливаючи на площу листя і, як наслідок, на фотосинтетичну активність та продуктивність кукурудзи [35]. Тоді як A. Khalifa та ін. зазначає, що у посушливих регіонах строки сівби визначали не лише ріст стебла, але й розвиток кореневої системи, яка забезпечує стійкість до стресів [28]. Погодні умови – важливий фактор, що модулює вплив строків сівби на врожайність. Неприятливі температури, нерівномірний розподіл опадів і екстремальні погодні явища здатні істотно зменшити продуктивність культури. Так, S. Mason, T. Galusha, Z. Kmail, довели, що у посушливих умовах рання сівба сприяла

формуванню розвиненої кореневої системи, що покращувало водопостачання рослин у критичні фази, підвищуючи врожайність на 10–20 % [30]. V. Nguyen та ін. акцентують, що зміни клімату призвели до зсуву оптимальних строків сівби, що викликало зниження врожайності через дисбаланс фаз розвитку і екстремальних температур [33]. L. Zhou та ін. підкреслюють, що строки сівби впливають на водоспоживання, при цьому запізнення з сівбою збільшує ризик водного дефіциту під час наливу зерна, що суттєво знижує урожайність [35]. Урожайність кукурудзи значною мірою залежить від погодних умов та застосованих агротехнічних прийомів. У досліджах W. Li та ін. було відкалібровано параметри моделі CERES у складі системи DSSAT, що дозволило підтвердити її ефективність для умов Південно-Західного Китаю. Модель Результати досліджень свідчать, що затримка з сівбою на кожні 7 днів на початку травня знижувала врожайність у середньому на 3 %. Також встановлено, що врожайність значно зменшувалася при підвищенні максимальної температури та зменшенні кількості опадів у репродуктивний період. Ранній посів часто спричиняв нестачу вологи у фазі вегетації, тоді як пізніший посів, навпаки, забезпечував кращі умови зволоження та вищу сумарну сонячну радіацію, що позитивно впливало на формування врожаю [29].

Дослідники Полтавського державного аграрного університету В. Гангур і В. Пелих показали, що середньодобова температура ґрунту повинна бути не нижче 10°C для нормального проростання. Це забезпечувало оптимальний старт вегетації і підвищує урожайність до 8 т/га [8]. Є. Базиленко, Т. Марченко переконують, через стрімкі кліматичні зміни важливого значення набувало впровадження сучасних гібридів кукурудзи, які характеризуються високою здатністю адаптуватися до різноманітних умов вирощування [2]. Саме такі гібриди можуть стати основою для стабільного виробництва кукурудзи в регіонах, де спостерігається дефіцит вологи. Важливою складовою ефективного вирощування пластичних гібридів є впровадження спеціалізованих сортових технологій, у яких вирішальне значення мають оптимальні строки сівби. У ході досліджень було визначено, що певні гібриди демонстрували стабільні біометричні характеристики за різних погодних умов та строків сівби. Зокрема, для гібридів Степовий і Олешківський виявлено тісний зв'язок між біометричними показниками та рівнем урожайності зерна, що дозволило використовувати ці показники як орієнтир для попереднього прогнозу врожайності. Разом із тим, гібриди кукурудзи з групи стиглості ФАО 380–420 виявилися більш уразливими до нестачі вологи та запізнілих строків сівби, особливо у посушливі роки в умовах степу. За весняної нестачі ґрунтової вологи використання таких гібридів може зумовити зменшення біометричних параметрів і, відповідно, втрати врожайності [2].

Регіональні особливості реакції кукурудзи на строки сівби пов'язані з кліматичними умовами, типами ґрунтів, рівнем зволоження, а також адаптивністю гібридів, що вирощуються в конкретній зоні. В Україні, зокрема, розрізняють кілька основних

агрокліматичних регіонів: Полісся, Лісостеп, Степ. У кожному з них строки сівби кукурудзи мають різний вплив на біометричні показники та урожайність культури. У зоні Полісся, де клімат відносно вологий, а весна настає пізніше, оптимальним вважається висів кукурудзи у другій декаді травня, коли температура ґрунту досягає 10–12°C [15, 23]. Умови вологозабезпечення в цій зоні дозволяють дещо зміщувати строки сівби без суттєвого зниження врожайності. Проте запізнення з посівом на кінець травня може скоротити вегетаційний період, що призведе до зменшення висоти рослин, площі листкової поверхні та обмеженого формування качана. У Лісостеповій зоні строки сівби мають вирішальне значення. Тут посів проводять найчастіше в останні дні квітня – на початку травня. Це забезпечує рівномірні сходи, добру динаміку наростання біомаси та оптимальні умови для закладки генеративних органів. У разі запізнення із сівбою або настання посушливих умов у фазі сходів, кукурудза часто демонструє зниження темпів росту, меншу кількість листків та знижену продуктивність качанів [6, 14]. У Степовій зоні, особливо за умов недостатнього зволоження, строки сівби мають критичне значення. Ранній посів дозволяє максимально використати вологу, накопичену в ґрунті за зиму, і забезпечити сприятливий старт розвитку рослин. Пізні строки сівби в умовах степу супроводжуються високими температурами, дефіцитом вологи на початкових етапах вегетації, що негативно впливає на біометричні показники – зменшується висота рослин, знижується маса качанів і погіршується налив зерна. У посушливі роки це може призводити до суттєвих втрат урожайності [13, 18, 22, 24]. Загалом, реакція кукурудзи на строки сівби має чітко виражену регіональну специфіку, яка має враховуватись при впровадженні сортових технологій. Вибір адаптованих гібридів і дотримання оптимальних строків посіву в кожному регіоні є ключем до ефективного вирощування культури та отримання стабільно високих урожаїв. В умовах різних кліматичних зон кукурудза по-різному реагує на строки сівби, що потребує регіональної адаптації агротехнологій. V. Nguyen та ін. відмічають, що у північних регіонах США строки сівби мають бути ранніми для повного проходження вегетації, тоді як у південних – сівба відбувається пізніше, щоб уникнути спеки і посухи [33]. A. Khalifa та ін. підкреслюють особливості середземноморського регіону, де важливо адаптувати строки сівби до високих температур і обмеженої вологи влітку [28]. О. Міщенко, В. Гангур, Є. Даниленко показали, що на півночі України строки сівби зсуваються пізніше через холодний клімат, тоді як на півдні вони ранніші, що відповідає різним кліматичним і ґрунтовим умовам [14]. Важливим напрямом є вивчення адаптивної реакції гібридів різних груп стиглості на строки сівби в умовах посушливих сезонів та за різної густоти стояння. Доцільним є також застосування агромоделювання (DSSAT) для прогнозування ефективності сівби залежно від строку та регіону, як продемонстровано в дослідженнях W. Li, та ін. [29].

Урожайність кукурудзи значною мірою залежить від погодних умов та застосованих агротехнічних прийомів. У досліджах було відкалібровано параметри моделі CERES у складі системи DSSAT, що дозволило підтвердити її ефективність для умов Південно-Західного Китаю. Результати досліджень засвідчили, що затримка з сівбою на кожні 7 днів до початку травня знижувала врожайність у середньому на 3 % [29]. Також встановлено, що врожайність значно зменшувалася при підвищенні максимальної температури та зменшенні кількості опадів у репродуктивний період. Ранній посів часто спричиняв нестачу вологи у фазі вегетації, тоді як пізніший посів, навпаки, забезпечував кращі умови зволоження та вищу сумарну сонячну радіацію, що позитивно впливало на формування врожаю.

Висновки

Метою дослідження є узагальнення сучасних наукових підходів щодо оптимізації строків сівби кукурудзи з урахуванням біологічних, кліматичних і технологічних чинників. Аналіз наукових публікацій підтверджує, що строки сівби мають істотне значення для формування продуктивності кукурудзи, визначаючи темпи росту, розвитку фенофаз, тривалість вегетаційного періоду та здатність культури ефективно використовувати доступні ресурси. Строки сівби безпосередньо впливають на біометричні характеристики рослин, включно з висотою, площею листкової поверхні, розвитком кореневої системи та кількістю продуктивних качанів. Значну роль відіграє взаємодія строків сівби з погодними умовами – зокрема, температурним режимом, вологозабезпеченням і кількістю опадів протягом критичних фаз розвитку. Оптимальні строки висіву дозволяють уникнути стресових періодів у фазах цвітіння та наливу зерна, що є критичними для майбутньої врожайності. Проведений аналіз показав, що взаємодія строків сівби та густоти стояння значною мірою впливає на реалізацію потенціалу урожайності. Результати досліджень свідчать, що найкращі показники формуються при сівбі в другій декаді квітня, особливо за умови використання гребневої або рядкової технології, яка покращує умови для проростання та збереження вологи. Регулярне порівняння реакції різних гібридів на строки сівби в різних ґрунтово-кліматичних умовах показало високу варіабельність результатів, що підкреслює необхідність адаптивного підходу. Таким чином, вибір оптимальних строків сівби має здійснюватися з урахуванням погодних прогнозів, регіональних агрокліматичних умов та морфобіологічних особливостей конкретного гібриду. Узагальнені результати можуть бути використані для формування рекомендацій щодо вдосконалення технологій вирощування кукурудзи в умовах кліматичних змін.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях доцільно зосередитися на розробці інтегрованих моделей прогнозування оптимальних строків сівби з урахуванням зміни клімату та гібридної специфіки. Особливо актуальним є

вивчення взаємодії строків сівби з іншими агротехнологічними чинниками, зокрема нормою висіву, удобренням і способами обробітку ґрунту. Перспективним напрямом є також застосування дистанційного моніторингу для оперативного прийняття рішень у польових умовах. Отримані дані можуть лягти в основу адаптивних технологій вирощування кукурудзи в умовах підвищеної кліматичної нестабільності.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Bahatchenko, V. V., Tahantsova, M. M., & Symonenko, N. V. (2019). Formation of crop structure of corn hybrids at different seeding dates. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15 (2), 182–187. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.2.2019.173570>
2. Bazilenko, Y. O., & Marchenko, T. Y. (2024). Biometric indicators of innovative maize hybrids of different FAO groups under different sowing dates in the conditions of the Northern Steppe. *Agrarian Innovations*, 24, 15–23. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.2>
3. Barabolia, O. V., & Kosenko, I. V. (2024). Influence of sowing dates on maize yield. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 41–46. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.07>
4. Vlashchuk, A. M., Kolpakova, O. S., & Konashchuk, O. P. (2017). Influence of sowing dates on productivity and grain quality of maize hybrids under irrigation conditions. *Agroecological Journal*, 3, 89–95. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2017.219912>
5. Hangur, V. V., & Rudenko, V. V. (2023). Biometric parameters of plants and productivity of maize (*Zea mays* L.) depending on sowing dates. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 36–41. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.07>
6. Hangur, V. V., Totskiy, V. M., & Len, O. . (2014). Yield of maize hybrids depending on sowing dates. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of NAAS of Ukraine*, 6, 138–142.
7. Hanhur, V., Len, O., Onipko, V., Hanhur M., & Mykolenko, K. (2023). Influence of methods of main tillage on crop pollution and yield of spring barley in the conditions of the Left-Bank Forest Steppe. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 41–46. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.08>
8. Hanhur, V., & Pelykh, M. (2025). The influence of sowing dates and plant density on the yield of corn hybrids in the conditions of the Left Bank Forest-Steppe. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (1), 75–80. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.13>
9. Hlupak, Z., & Forostina, A. (2023, September 22). Maize yield depending on sowing dates in the Ukrainian Forest-Steppe. *Collection of Scientific Papers "SCIENTIA"*, 69–70.
10. Hrabovskyi, M. B., Hrabovska, T. O., & Obrazhii, S. V. (2014). Forming the productivity of maize hybrids of different maturity groups under the influence of sowing dates. *Agrobiology*, 2 (113), 81–86.
11. Drobitko, A. V., & Nikonchuk, N. V. (2011). Plant structure and maize yield depending on sowing method and plant density. *Scientific works [Petro Mohyla Black Sea State University of the "Kyiv-Mohyla Academy"]*. Series: Ecology, 138 (150), 15–17.
12. Kravets, S. S. (2013). Optimization of sowing methods for maize in the northern part of the Steppe. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of NAAS of Ukraine*, 4, 58–61.
13. Lavrynenko, Y. O., Kokovikhin, S. V., Plotkin, S. Ya., & Naidionov, V. H. (2007). Adaptive characteristics of new maize hybrids. *Tavriiskiy Scientific Herald*, 52, 76–82.
14. Mishchenko, O., Hanhur, V., & Danilenko, Y. (2024). Productivity formation of maize hybrids depending on plant density in the conditions of Left-Bank Forest-Steppe. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (2), 16–21. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.02.03>
15. Mokriienko, V. A., & Tsentilo, L. V. (2011). Features of maize growth and development depending on sowing dates and plant density. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 3, 25.
16. Moldovan, Zh. A., & Sobchuk, S. I. (2016). Influence of sowing dates, plant density, and abiotic factors on grain yield formation of maize hybrids of different maturity groups in the Western Forest-Steppe. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of NAAS of Ukraine*, 11, 39–45.
17. Muliar, M. M. (2011). Influence of sowing dates on yield of maize initial hybrids under conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Proceedings of the Podilskyi State Agrarian and Technical University*, 19, 62–65.
18. Nosov, S. S. (2014). Biometric indicators and grain productivity of maize hybrids depending on sowing dates and plant density in the northern sub-zone of the Steppe of Ukraine. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 2, 86–90.
19. Palamarchuk, V. (2018). Influence of sowing dates on the linear sizes of corn hybrids. *Scientific Horizons*, 21 (2), 35–41.
20. Palamarchuk, V. D., & Kovalenko, O. A. (2018). Formation of ear placement height in maize hybrids depending on sowing dates. *Tavriiskiy Scientific Herald*, 100 (2), 26–32.
21. Pankin, V. S., & Pavlyuk, O. O. (2004). Formation of agroecological conditions for maize hybrids of different maturity groups depending on sowing dates in the central Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 16–19.
22. Pashchenko, Y. M., Ostapenko, M. A., & Yeremko, L. S. (2008). Productivity of maize at different sowing dates and plant densities under conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 65–68.
23. Furmanets, O. A., Furman, V. M., Moroz, O. S., Solodka, T. M., & Zinkevych, A. R. (2023). Features of productivity formation of new maize hybrids of different maturity groups on sod-podzolic soils. *Bulletin of the National University of Water and Environmental Engineering*, 1 (101), 206–222. <https://doi.org/10.31713/vs1202314>
24. Polupan, M. I., Solovey, V. B., & Velychko, V. A. (2010). Natural-economic, social and environmental conditions of agricultural production in the Steppe. In *Scientific Foundations of Agro-Industrial Production in the Steppe Zone of Ukraine* (pp. 14–53). Kyiv: Agrarna Nauka
25. Stepanenko, M. V., & Hrabovskyi, M. B. (2023). Vmist krokhmalu v zemі kukurudzy zalezno vid sposobu sivyb. *Aktualni problemy ahropromyslovoho vyrobnytstva Ukrainy: vykyky i shliakhy rozvytku v umovakh viiny i povoiemnoi vidbudovy : materialy KhII vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh (s. Obroshyne, 23 lystop. 2023 r.)*. (114–115). Lviv-Obroshyne [in Ukrainian]
26. Fedorus, V. O., & Onipko, V. V. (2023). Influence of herbicides on weed infestation of maize crops during vegetation period. In *Modern Aspects and Technologies in Plant Protection: Materials of the IV International Scientific-Practical Internet Conference* (144–147). Poltava.
27. Javed, M., Shafiullah, Kashif, M., Ullah, I., Ali, A., Alam, J. E., Siraj, S., ur Rahman, A., Khan, A., & Jawad, M., & (2018). Effect of planting methods and nitrogen sources on yield of spring maize. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 11 (4), 555818.
28. Khalifa, A. A., Abd El-Latif, M. S., Mohamed, H. A. A., Darwish, M. M. D., Mostafa, A. K., & Hasan, N. A. (2023). Impact of planting date on growing degree units, grain yield and growth traits of some Egyptian yellow maize inbred lines. *Annual Research & Review in Biology*, 38 (6), 44–54. <https://doi.org/10.9734/arrb/2023/v38i630592>
29. Li, W., Liu, W., Huang, Y., Xiao, W., Xu, L., Pan, K., Fu, G., Chen, X., & Li, C. (2024). Modeling the effects of sowing dates on maize in different environments in the tropical area of southwest China using DSSAT. *Agronomy*, 14 (12), 2819. <https://doi.org/10.3390/agronomy14122819>
30. Mason, S. C., Galusha, T. D., & Kmail, Z. (2018). Planting date influence on yield of drought-tolerant maize with different maturity classifications. *Agronomy Journal*, 110 (1), 293–299. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.06.0326>
31. Mousavi Nasab, M. S., Tohidi Nejad, E., Afshar Manesh, G., & Heidari Sharifabad, H. (2023). Yield and quality of some maize hybrids (*Zea mays* L.) under different planting dates. *Turkish Journal of Field Crops*, 28 (2), 203–212. <https://doi.org/10.17557/tjfc.1329608>

32. Mugiyo, H., Mhizha, T., Chimonyo, V. G. P., & Mabhaudhi, T. (2021). Investigation of the optimum planting dates for maize varieties using a hybrid approach: A case of Hwedza, Zimbabwe. *Heliyon*, 7 (2), e06109. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06109>
33. Nguyen, V. L., Assefa, Y., Schwalbert, R., & Ciampitti, I. A. (2017). Maize yield and planting date relationship: A synthesis analysis for US high yielding contest winner and field research data. *Frontiers in Plant Science*, 8, 2106. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02106>
34. Shrestha, J., Kandel, M., & Chaudhary, A. (2018). Effects of planting time on growth, development and productivity of maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 1 (1), 43–50. <https://doi.org/10.3126/janr.v1i1.22221>
35. Zhou, L., Liu, B., Wang, E., & Wang, Z. (2021). Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency. *Environmental Challenges*, 7, 100184. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126246>

ORCID

A. Mushinsky 

<https://orcid.org/0009-0008-5580-992X>

V. Onipko 

<https://orcid.org/0000-0002-2260-971X>



2025 by the author(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.

Seed productivity of promising soybean samples according to economic indicators under stressful conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine

L. Biliavska[✉] | A. Diyanova | V. Horbatenko

Article info

Correspondence Author

L. Biliavska

E-mail:

bilyavska@ukr.net

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

Citation: Biliavska, L., Diyanova, A., & Horbatenko, V. (2025). Seed productivity of promising soybean samples according to economic indicators under stressful conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 63–68. doi: 10.31210/spi2025.28.03.10

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) is a strategic crop with high grain yield potential and high protein and oil content. Its grain is in high demand both in Ukraine and worldwide. The main factors determining the yield of this crop are the characteristics of the variety, soil and climate conditions, and cultivation technology. In the context of climate change, with declining rainfall and intensifying droughts, the role of variety selection as an effective means of increasing yield is growing. The article presents the results of a study of the economic suitability of promising breeding lines and varieties of cultivated soybean, which were created and studied at Poltava State Agrarian University. The newly developed breeding material undergoes a comprehensive evaluation and is used to develop soybean varieties for various uses. The created varieties (Morion, Serdolik, and Citrin) are distinguished by the lack of pubescence on all plant parts. Such soybean varieties are not included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine. Our research aimed to determine the level of valuable economic indicators of the newly created varieties and breeding lines. Field studies were conducted (2022–2024) at the Gryga Farm (Poltava region). The soil was podzolized chernozem. The predecessor was winter wheat. The object of the research was new varieties and promising lines. The varieties had a growing season of 99–100 days. Over three years of competitive variety testing, the Serdolik variety had the highest weight of 1,000 seeds at 225 g, while the Morion and Citrin varieties weighed 179 and 160 g, respectively. The protein content in the seeds was significantly higher in the Serdolik and Citrin varieties – 44%. In the Morion variety, this indicator was 42 %, which is higher than its average value in the experiment. In terms of fat content, all three non-pubescent varieties were inferior to the Anthracite variety (24 %) and contained 21 %. It was established that the seed yield of the Morion, Serdolik, and Citrin varieties was quite high (3.6–3.8 t/ha). The yield of marketable seeds in all non-pubescent varieties was higher than in the Anthracite standard and ranged from 79 to 82 %. In 2024, the Morion, Serdolik, and Citrin varieties were submitted for state qualification examination to obtain plant breeders' rights.

Keywords: soybean, variety, breeding line, economic value, difference, yield, quality, weather.

Насіннєва продуктивність перспективних зразків сої за господарськими показниками в стресових умовах Лісостепу України

Л. Г. Білявська | А. О. Діянова | В. С. Горбатенко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Соя культурна (*Glycine max* (L.) Merrill) – стратегічна культура з високим потенціалом зернової продуктивності та значним загальним вмістом білка і олії. На її зерно існує значний попит як в Україні, так й у світі. Основними факторами, які визначають урожайність цієї культури є особливості сорту, ґрунтово-кліматичні умови і технологія вирощування. В умовах змін клімату на фоні зменшення кількості опадів та посилення посухи, зростає роль сорту, як ефективного засобу підвищення врожайності. У статті надані результати вивчення показників господарської придатності перспективних селекційних ліній і сортів сої культурної, які створені та вивчаються у Полтавському державному аграрному університеті. Новостворений селекційний матеріал проходить всебічне оцінювання та використовується для створення сортів сої різного напрямку використання. Створені сорти (Моріон, Сердолік і Цитрин) відрізняються відсутністю опушення на всіх частинах рослини. Такі сорти сої відсутні у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Метою наших досліджень було встановлення рівня прояву цінних господарських показників новостворених сортів і селекційних ліній. Польові дослідження проводили (2022–2024 рр.) в умовах ФГ «Грига» (Полтавська область). Ґрунт – чорнозем опідзолений. Попередник – пшениця озима. Об'єкт досліджень – нові сорти та перспективні лінії. Сорти мають тривалість вегетаційного періоду 99–100 діб. За три роки вивчення у конкурсному сортопробуванні, найбільшу масу 1000 насінин мав сорт Сердолік – 225 г. Сорти Моріон і Цитрин показали відповідно 179 і 160 г. Вміст білку в насінні, був достовірно вищим, у сортів Сердолік та Цитрин – 44 %. У сорту Моріон, цей показник був на рівні 42 %, що є вищим його середнього значення у досліді. За вмістом жиру, всі три сорти без опушення поступались сорту Антрацит (24 %) та мали 21 %. Встановлено, що урожайність насіння сортів Моріон, Сердолік, Цитрин була досить високою (3,6–3,8 т/га). Вихід кондиційного насіння у всіх неопушених сортів був більшим ніж у еталону Антрацит і знаходився у межах 79–82 %. У 2024 році сорти Моріон, Сердолік і Цитрин передані на державну кваліфікаційну експертизу з метою отримання прав на них.

Ключові слова: соя, сорт, лінія, господарська цінність, відмінність, врожайність, якість, погода.

Бібліографічний опис для цитування: Білявська Л. Г., Діянова А. О., Горбатенко В. С. Насіннєва продуктивність перспективних зразків сої за господарськими показниками в стресових умовах Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 63–68.

Вступ

Соя культурна (*Glycine max* (L.) Merrill) має високий потенціал зернової продуктивності та значний загальний показник вмісту білка і олії (65–70 %) [1]. Тому, соя має значний попит не лише в Україні та Європі, але й у світі, де лідерами з її виробництва є США, Бразилія, Аргентина (майже 352 млн. тон.) [2]. Для забезпечення високого рівня виробництва сої в Україні необхідно використання високоврожайних сортів з комплексом цінних господарських ознак. На сьогодні, близько 60 % всіх посівних площ сої зосереджено в Лісостеповій зоні України. У Поліссі – 24 %, а в Степу – 16 % [3]. Дослідження ряду вчених показали, що основними факторами, які визначають урожайність, є особливості сорту, агрометеорологічні умови та ін. [4–5]. В умовах глобальних змін клімату, у лівобережному Лісостепу України, на фоні зменшення кількості опадів та посилення посухи зростає роль сорту. Сорт – ефективний засіб підвищення врожайності. Використання сучасного різноманітного вихідного матеріалу сприяє створенню нових сортів сої, які потрібні виробникам цієї культури.

Кожному сорту властиві певні прояви і взаємозв'язок складових насінневої продуктивності рослин, ступінь їх мінливості і наявність найбільш цінних ознак. Рівень продуктивності рослин залежить від кількісних показників й їх прояву. Наявність зв'язку між ознаками та стабільність рівня їх прояву суттєво впливають на ступінь їх варіювання. Актуальним завданням в селекції сої є створення адаптивних сортів з високим потенціалом урожайності [6, 7]. Виконання цього завдання передбачає встановлення селекційної цінності за макроознаками, які визначають їх кореляцію з урожайністю [8–12]. Вони мають значну практичну цінність та актуальність, особливо за поліпшення моделей сорту [13–14]. Важливим також є виявлення реакції сортів сої на стресові умови вирощування [15].

У науковій лабораторії «Селекції, насінництва та сортової агротехніки сої» Полтавського державного аграрного університету, створено новий унікальний вихідний матеріал сої без опушення. Сформована колекція нових ліній (більше 35-ти зразків), які широко різняться між собою за морфологічними, біологічними і господарськими ознаками і властивостями. Лінії, за показниками господарської придатності не поступаються іншим кращим селекційним лініям. У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні сорти без опушення відсутні [16]. Всебічне їх вивчення дає можливість створити якісно нові сорти різних напрямів використання.

Мета дослідження

Мета досліджень – визначення рівня господарсько-цінних ознак новостворених ліній сої без опушення та порівняти їх показників із кращими зареєстрованими сортами.

Для досягнення поставленої мети, визначали тривалість періоду вегетації сортів, урожайність,

вихід кондиційного насіння, масу 1000 насінин, вміст бульки і жиру.

Матеріали і методи

Польові дослідження проводили в 2022–2024 років у селекційній сівозміні (ФГ «Грига», с. Василівка, Полтавський район, Полтавська область). Ґрунти дослідних ділянок – чорнозем опідзолений. Попередник – пшениця озима.

Об'єкт досліджень – сорти та перспективні лінії сої полтавської селекції. Група стиглості – скоро-стигла. Сорти сої найбільш пристосовані до умов Полтавщини. Створені вони в різних кліматичних умовах (на межі Степу та Лісостепу, різних типах ґрунтів з показниками рН від 5,2 до 6,5 та недостатньою кількістю опадів). Сорти (Антрацит, Адамос, Александрит, Авантюрин, Акварин) визначені як носії важливих складових елементів продуктивності (кількісні показники). А також, цінні селекційні лінії.

Протягом вегетації здійснювали фенологічні спостереження, аналіз елементів структури врожаю за «Широким уніфікованим класифікатором роду *Glycine max*.» [17] та Методикою «Проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур» [18–19]. Аналізували посівні якості насіння: масу 1000 насінин, лабораторну схожість, вихід кондиційного насіння. Технологія – загальноприйнята. Математичну обробку експериментальних даних проводили на основі дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізів (програма Excel 7.0 та Statistica 6,0), за кількісними показниками (висота рослин, висота прикріплення нижнього бобу, кількість на рослині гілок, кількість вузлів на головному стеблі, кількість вузлів на гілках, кількість бобів на рослині, кількість насінин з рослини, маса насінин з рослини, маса 1000 насінин) та насінневою продуктивністю сортів сої [20].

Місце проведення дослідів – зона недостатнього зволоження. Клімат помірно-континентальний, відносно теплий. Річна кількість опадів коливається по роках і становить 280–510 мм. Сума t° вище 10°C становить 2700–2900 $^{\circ}\text{C}$. Тривалість цього періоду становить 165–184 дб. Максимальна кількість опадів припадає на серпень-липень і зазвичай має зливовий характер. Волога є лімітуючим фактором, який обмежує формування врожаю.

Визначення прояву та мінливості біометричних показників (особливо в умовах зміни клімату) сої є основою теоретичного добору з урахуванням агро-екологічних умов регіону. У Полтавській області в останні роки часто мають місце посухи впродовж вегетаційного періоду (рис. 1). Так, у 2017 р. відмічено мінімальну суму опадів вегетаційного періоду (квітень - серпень) за весь час досліджень (121,1 мм при середньобаторічній 268 мм), у 2024 році – сильна посуха, при цьому за вегетаційний період сої було лише 102 мм опадів. За середньо багаторічного гідротермічного коефіцієнта – ГТК (1,1), у оптимальному 2022 році ГТК був на рівні 1,0, у сприятливому 2023 році він становив 1,2; у посушливому 2024 році – лише 0,8.

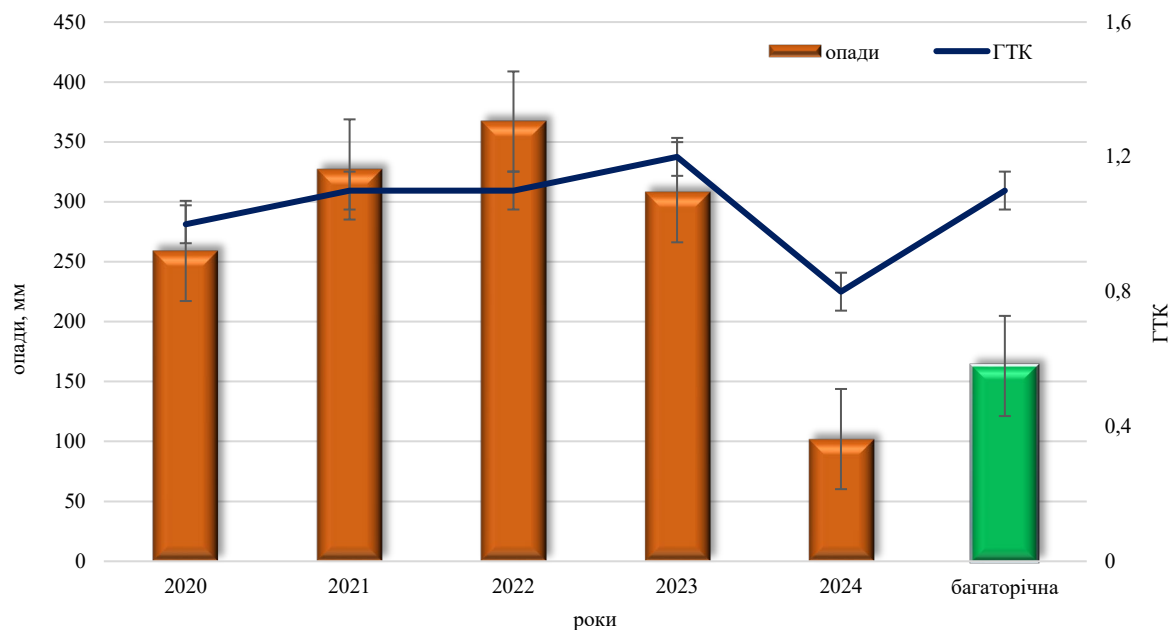


Рис. 1. Динаміка опадів за вегетаційний період сої (квітень – серпень) на фоні середньобагаторічних ГТК в Полтавській області, 2022–2024 рр. (за даними Полтавського ГМЦ)

Результати та їх обговорення

Результати вивчення новостворених ліній у конкурсному сортовипробуванні представлені на [рисунках 2–5](#). У 2024 році на державну кваліфікаційну експертизу передано три сорти сої культурної: Моріон, Сердолік, Цитрин. Ці сорти вирізняються відсутністю опушення. За роки досліджень вони мали вегетаційний період 99–100 діб. У інших досліджуваних генотипів, таких як: Авантюрин,

Моріон, Антрацит, лінія Л4 ((Юг-30/№29)/Анаконда) і лінія Л6 (Красноградська 86/Альтаїр) тривалість вегетаційного періоду за період досліджень становила 98–99 діб. Тому показники їх господарської придатності ми порівнювали із сортом-стандартом – Антрацит. Найтриваліший вегетаційний період відмічено у нового сорту Анніт – 107–діб ([рис. 2](#)).

Урожайність у досліді була в межах 2,7–4,7 т/га за середнього значення 3,8 т/га ([рис. 3](#)).

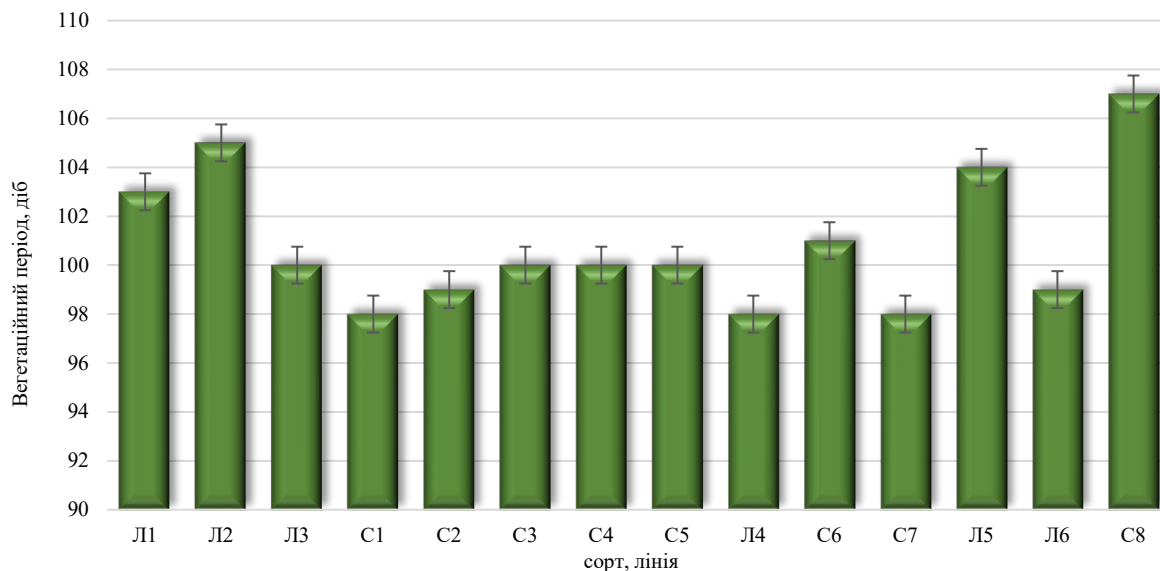


Рис. 2. Вегетаційний період нових сортів та перспективних ліній у конкурсному сортовипробуванні, 2022–2024 рр.

Примітки: Л1 – лінія Аметист/Краса Поділля; Л2 – Аметист/Мяо-ян-доу; Л3 – Аметист/Альтаїр; Л4 – (Юг-30/№29)/Анаконда; Л5 – Аметист/Краса Поділля; Л6 – Красноградська 86/Альтаїр; С1 – Авантюрин; С2 – Моріон; С3 – Сердолік; С4 – Адамос; С5 – Цитрин; С6 – Александрит; С7 – Антрацит; С8 – Анніт.

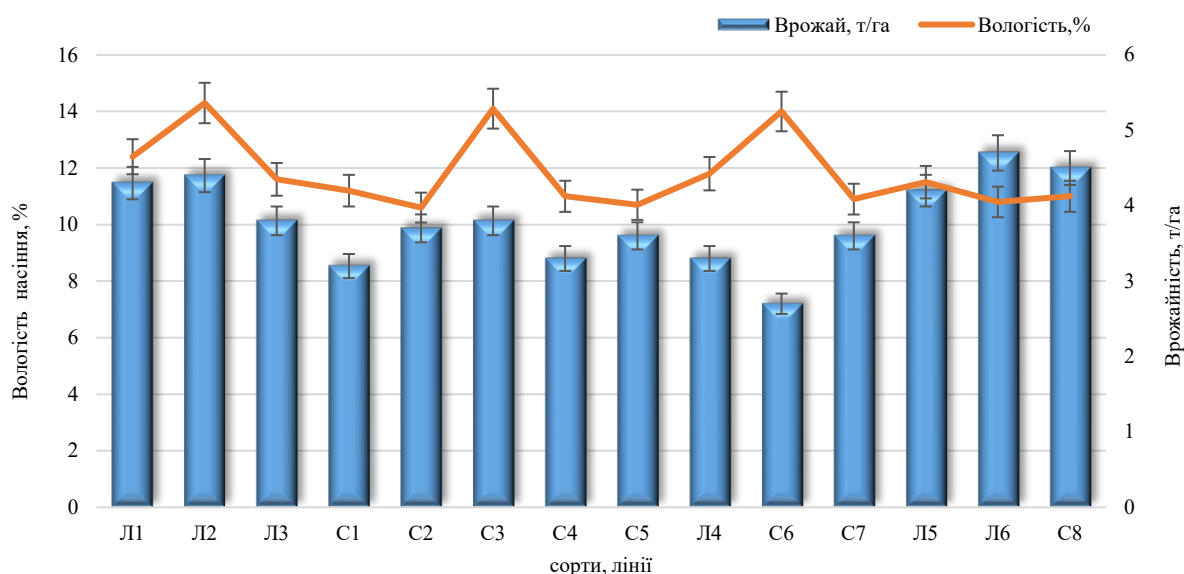


Рис. 3. Показники врожайності та вологості насіння перспективних ліній та сортів сої, 2022–2024 рр.

Примітка: Л1 – лінія Аметист/Краса Поділля; Л2 – Аметист/Мяо-ян-доу; Л3 – Аметист/Альтаір; Л4 – (Юг-30/№29)/Анаконда; Л5 – Аметист/Краса Поділля; Л6 – Красноградська 86/Альтаір; С1 – Авантюрин; С2 – Моріон; С3 – Сердолік; С4 – Адамос; С5 – Цитрин; С6 – Александрит; С7 – Антрацит; С8 – Анніт.

У опушених ліній цей показник становив 3,8–4,7 т/га, з максимальним значенням у лінії (Л6) – Красноградська 86/Альтаір. Найбільшу врожайність відмічено у нового сорту Анніт – 4,5 т/га. Урожайність нових неопушених сортів становила: Моріон – 3,7 т/га, Сердолік – 3,8 т/га, Цитрин – 3,6 т/га.

Встановлено, що збиральна вологість насіння у досліджуваних сортів була не більше 14,3 %. Найменше значення цього показника (7,5 %) була у сорту Александрит, а найвища (14,3 %) – у лінії Л6 (Аметист/Мяо-ян-доу).

У досліді найбільшу масу 1000 шт. насінин (рис. 4) продемонстрував сорт Сердолік – 225 г., що на 6 г більше ніж у сорту-стандарту Антрацит і сорту Авантюрин. Більше 200 г, цей показник відмічено у ліній Аметист/Альтаір (Л3), Аметист/Краса Поділля (Л1), Аметист/Краса Поділля (Л5). У сортів Моріон і Цитрин цей показник був достовірно нижчим і становив 179 і 160 г відповідно.

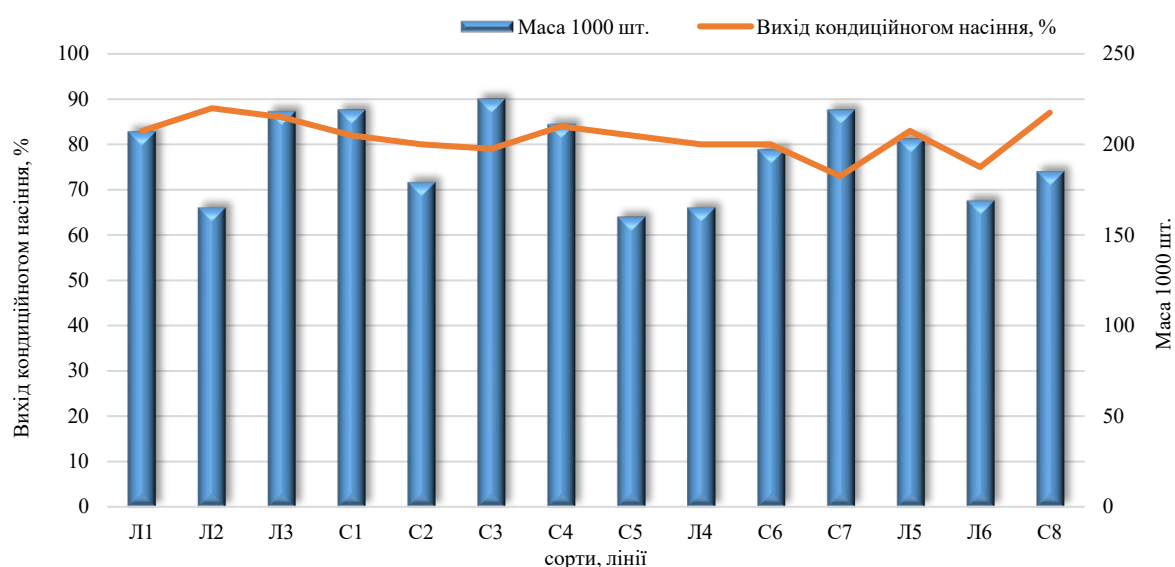


Рис. 4. Маса 1000 шт. насінин у сортів та ліній сої та вихід кондиційного насіння, 2022–2024 рр.

Вихід кондиційного насіння у сортів та новостворених ліній сої представлено також на рис. 4, на фоні показників маси 1000 шт. насінин. Так, у всіх неопушених сортів цей показник був більшим ніж у сорту-стандарту Антрацит і знаходився в межах 79–

82 %. Рівень цього показника у всіх опушених ліній також був більшим ніж у сорту-стандарту. Високий вихід кондиційного насіння відмічено у опушених ліній Аметист/Мяо-ян-доу, Аметист/Альтаір (Л2–Л3) – 86–88 % та у сорту Анніт – 87 %.

Важливою властивістю нового селекційного матеріалу є якість його насіння (рис. 5). Вміст білку в насінні сортів без опушення, був достовірно вищим у сортів Сердолік та Цитрин – 44 %. У сорту Моріон, показник якості був на рівні 42 %, що є вищим

середнього його значення у досліді. За вмістом жиру, всі три сорти без опушення, поступались сорту Антрацит, у якого вміст жиру склав 24 %. У сортів Моріон, Сердолік і Цитрин цей показник становив 21 % (вище середньостатистичного).

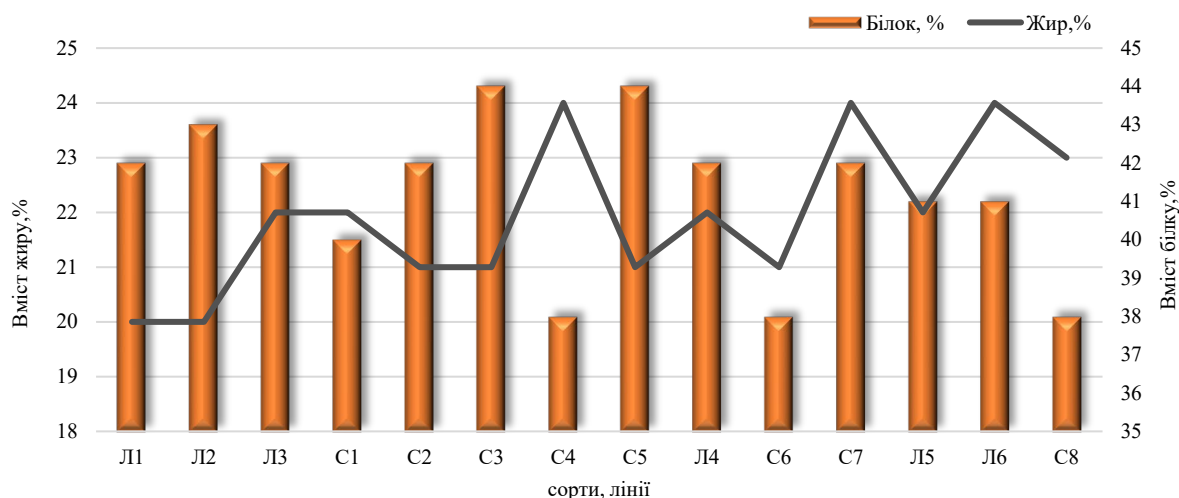


Рис. 5. Вміст білку та жиру у насінниках перспективних сортів та ліній сої, 2022–2024 рр.

Окремі нові лінії, також мали підвищений вміст жиру (22–24 %) – (Юг-30/№29)/Анаконда (Л4), Аметист/Краса Поділля (Л5), Красноградська 86/Альтаір (Л6). У сорту Анніт цей показник становив 23 %. Таким чином, нові сорти сої культурної без опушення мають гарні показники якості насіння.

Висновки

В умовах лівобережного Лісостепу України проаналізовано показники господарської придатності новостворених ліній та сортів сої культурної. Встановлено, що вегетаційним періодом 99–100 діб володіють сорти Моріон, Сердолік і Цитрин, Авантюрин, Антрацит, лінія Л4 ((Юг-30/№29)/Анаконда) і лінія Л6 (Красноградська 86/Альтаір) У нового сорту Анніт цей показник становив 107 діб.

Урожайність досліджуваних сортів коливалась від 2,7 до 4,7 т/га за середнього значення 3,8 т/га з найбільшим значенням у лінії (Л6) – Красноградська 86/Альтаір. Урожайність сортів Моріон, Сердолік, Цитрин була на рівні 3,6–3,8 т/га.

Найбільшу масу 1000 шт. насінин (225 г) має сорт Сердолік. Значення цього показника більше 200 г відмічено у ліній Аметист/Альтаір (Л3), Аметист/Краса Поділля (Л1), Аметист/Краса Поділля (Л5). У нових сортів Моріон і Цитрин цей показник становив 179 і 160 г відповідно. Вміст білку в насінні досліджуваних сортів становив 38–44 %. З найвищим значенням у сортів Сердолік та Цитрин – 44 %, а у сорту Моріон – 42 %. Вихід кондиційного насіння у всіх новостворених генотипів знаходився у межах 79–88 % з максимальним значенням у лінії Л2 Аметист/Мяо-ян-доу і у нового сорту Анніт.

Найменший уміст білка (38 %) виявлено у сортів Адамос, Александрит і Анніт. Вміст жиру був у межах 20–24 % з найбільшим значенням у сортів Антрацит, Адамос і Лінії Л6 (Красноградська

86/Альтаір). Насіння новостворених сортів Анніт, Моріон, Сердолік, Цитрин і ліній Л4 (Юг-30/№29)/Анаконда, Л5 Аметист/Краса Поділля, Л6 Красноградська 86/Альтаір мають підвищений уміст жиру – більше 20 %.

Конфлікт інтересів

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

References

- Petrychenko, V. F., Lykhochvor, V. V., & Ivaniuk, S. V. (2016). *Soia: monohrafiia*. Vinnytsia: Dilo [in Ukrainian]
- Ogurtsov, E. M., Mikheev, V. G., Belinsky, U. V., & Klimenko, I. V. (2016). *Adaptive technology of soybean cultivation in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine: monograph*. Kharkiv: KhNAU, Machulin [in Ukrainian]
- Korobko, A. (2021). Dynamics of soybean production in Ukraine and the world. *Balanced Nature Using*, 4, 125–134. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253098>
- Vozhegova, R., Borovyk, V., Marchenko, T., & Rubtsov, D. (2020). The influence of plant density and doses of fertilizers on photosynthetic activity and yield of soybean of middle-ripening variety Sviatohor in conditions of irrigation. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 98 (4), 62–68. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-09>
- Tsekhmeistruk, M. H., Sheliakiv, V. O., Shevnikov, M. Ya., & Lytyvnenko, O. S. (2018). Vplyv strokiv sivy na urozhainist sortiv soi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 35–41. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.05> [in Ukrainian]
- Kyrychenko, V. V., Riabukha, S. S., Kobyzieva, L. N., Posylaieva, O. O., & Chernyshenko, P. V. (2016). *Soia (Glycine max (L.) Merr.): monohrafiia*. Kharkiv: Instytut roslinnytstva im. V.Ia. Yurieva NAAN [in Ukrainian]
- Shcherbyna, O. Z., Tkachyk, S. O., Tymoshenko, O. O., & Shostak, N. O. (2020). Assessment of various soybean varieties [Glycine max (L.) Merrill.] on the stability of manifestation of economically valuable traits. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16 (1), 90–96. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.1.2020.201331>

8. Kokhaniuk, N. V. (2014). Evaluation of soybean varieties based on correlation quantitative traits and indexes. *Plant Breeding and Seed Production*, 106, 71–76. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2014.42130>
9. Singh, P. K., & Shrestha, J. (2019). Evaluation of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] genotypes for agro-morphological traits using multivariate analysis. *Nepalese Journal of Agricultural Sciences*, 18, 100–107.
10. Mesfin, H., & Abush, T. (2018). Progress of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] breeding and genetics research in Ethiopia: A review. *Journal of Natural Sciences Research*, 8 (13), 67–77.
11. Sareo, H., Devi, H. N., Devi, T. S., Karam, N., & Devi, L. S. (2018). Genetic diversity analysis among soybean (*Glycine max*) genotypes based on agro morphological characters. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 88 (12), 1839–1842. <https://doi.org/10.56093/ijas.v88i12.85429>
12. Deresse, H. D., & Hirpa, L. G. (2018). Correlation and Path analysis studies among yield and yield related traits in Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties grown at Bako Tibe Western Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 5 (1), 352–360.
13. Biliavska, L. H., & Prysiashniuk, O. I. (2018). A model of early-maturing soybean variety. *Advanced Agritechnologies*, 6. <https://doi.org/10.21498/na.6.2018.165365>
14. Biliavska, L., & Diianova, A. (2021). Model duzhe skorostyhylykh sortiv soi v umovakh zminy klimatu dlia zon Stepu i Lisostepu Ukrainy. *Hraal Nauky*, 4, 160–165. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.029> [in Ukrainian]
15. Belyavskaya, L., Belyavskiy, Y., Kulyk, M., Taranenko, A., & Didovich, S. (2022). Soybean growing under inoculation by Bradyrhizobium japonicum strains in the Forest-steppe and Steppe zones of Ukraine. *Zemdirbyste-Agriculture*, 109 (3), 203–210. <https://doi.org/10.13080/z-a.2022.109.026>
16. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2024 rik. *Ukrainskyi Instytut Ekspertyzy Sortiv Roslyn*. Retrieved from: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reiestr-sortiv-roslyn> [in Ukrainian]
17. Kobyzieva, L. N., Riabchun, V. K., Bezuhla, O. M., Drepina, T. O., Drepin, I. M., Potomkina, L. M., Sokol, T. V., Bozhko, T. M., Sadovoi, O. O., Biliavska, L. H. (2004). Shyrokyi unifikovanyi klasyfikator rodu *Glycine max*. (L.) Merr. Complete unified classifier *Glycine max* (L.) Merr. Kharkiv [in Ukrainian]
18. Volkodav, V. V. (Red.). (2003). Metodyka provedennia ekspertyzy ta derzhavnoho vyprovuvannia sortiv roslyn zernovykh krupian-ykh ta zernobobovykh kultur. *Okhorona Prav na Sorty Roslyn. Ofitsiyni Biuletyn*, 2. (pp. 218–239). Kyiv: Alefa [in Ukrainian]
19. Tkachyk, S. O. (Red.). (2016). Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Zahalna chastyna. Kyiv: Niland-LTD. Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e5c0ed8332.p> [in Ukrainian]
20. Ermantraut, E. R., Prysiashniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh danykh v paketi Statistica 6.0: metodychni vkazivky*. Kyiv: Polihraf Konsaltnh [in Ukrainian]

ORCID

L. Biliavska 
A. Diyanova 

<https://orcid.org/0000-0003-3856-7718>

<https://orcid.org/0000-0003-2635-3659>



2025 by the author(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.

The peculiarities of agglutinins' activity in male and female plants of *Ginkgo biloba* (*Ginkgo biloba* L.)

V. Samorodov | S. Pospelov✉

Article info

Correspondence Author

S. Pospelov

E-mail:

sergii.pospelov@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Samorodov, V., & Pospelov, S. (2025). The peculiarities of agglutinins' activity in male and female plants of *Ginkgo biloba* (*Ginkgo biloba* L.). *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 69–73. doi: 10.31210/spi2025.28.03.11

Lectins, or hemagglutinins, are protein compounds that are capable of selectively and reversibly binding carbohydrates without their chemical transformation, exhibiting the property of agglutinating cells and particles. Owing to their different functions, they have significant theoretical and applied importance in biology and medicine, which makes the search for new sources of these substances topical. *Ginkgo biloba* (*Ginkgo biloba* L.), the only modern representative of Ginkgopsida class, is known for its rich phytochemical composition, which determines the use of its raw materials in the pharmaceutical industry. The purpose of the study was to determine the pH profile of phytohemagglutinins' activity in cone berries, buds, leaves and one-year shoots of female and male ginkgo trees. The objects were the samples collected from plantings in Poltava. The study was conducted using the standard method for assessing the degree of human hemagglutination. The accumulated experimental data showed that agglutinins were present in all the studied plant organs however their activity varied significantly depending on the tissue and sex of the trees. In cone berries, the maximum activity was recorded in the pedicle and collar, while in seeds proteins were concentrated mainly in the sclerotesta. The vegetative organs also showed sexual differentiation: in female trees, the lectins' activity in the buds, shoots, and especially in the leaves was significantly higher than in male trees. At the same time, in the leaf blades of female trees, the level of hemagglutination in the pH range of 6.0–8.0 reached 12.3 points, while in male trees it did not exceed 6.5 points. The most pronounced differences were observed in the alkaline pH zone, where the activity reached the maximum values. The obtained results confirm the new fact for the science – the presence of agglutinins in *Ginkgo biloba* L. and their different localization depending on the organ and sex of the plant. The revealed conformities to the laws of nature may have practical significance as marker traits for identifying female and male plants in the pre-reproductive period of ontogenesis, which is promising for pharmacognostic and biotechnological research.

Keywords: *Ginkgo biloba*, *Ginkgo biloba*, lectins, proteins, agglutination, sexualization of trees.

Особливості активності аглютининів у жіночих і чоловічих рослинах гінкго дволопатевого (*Ginkgo biloba* L.)

В. М. Самородов | С. В. Поспелов

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Лектини, або гемаглютиніни, є білковими сполуками, що здатні вибірково та зворотно зв'язувати вуглеводи без їхнього хімічного перетворення, проявляючи властивість аглютинації клітин і часток. Завдяки різноманітним функціям вони мають значне теоретичне й прикладне значення у біології та медицині, що зумовлює актуальність пошуку нових джерел цих речовин. Гінкго дволопатево (*Ginkgo biloba* L.), єдиний сучасний представник класу Ginkgopsida, відомий багатим фітохімічним складом, що обумовлює використання його сировини у фармацевтичній промисловості. Метою дослідження було визначення рН-профілю активності фітогемаглютининів у шишкоягодах, бруньках, листках і однорічних пагонах жіночих та чоловічих дерев гінкго. Об'єктами були зразки, зібрані з насаджень у Полтаві. Дослідження проводили за стандартною методикою оцінки ступеня аглютинації еритроцитів людини. Накопичені експериментальні дані показали, що аглютиніни присутні в усіх досліджених органах рослини, однак їх активність значно варіювала залежно від тканини та статі дерев. У шишкоягодах максимальна активність була зафіксована в ніжці та комірці, тоді як у насінні білки зосереджувались переважно в склеротесті. Вегетативні органи також виявили статеву диференціацію: у жіночих дерев активність лектинів у бруньках, пагонах і особливо в листках була значно вищою, ніж у чоловічих. При цьому у листових пластинках жіночих дерев рівень гемаглютинації у діапазоні рН 6,0–8,0 доходив до 12,3 бали, тоді як у чоловічих не перевищував 6,5 бали. Найбільш виражені відмінності спостерігалися у лужній зоні рН, де активність сягала максимальних значень. Отримані результати засвідчують новий для науки факт наявності аглютининів у *Ginkgo biloba* L. та їхню різну локалізацію в залежності від органу і статі рослини. Виявлені закономірності можуть мати практичне значення як маркерні ознаки для ідентифікації жіночих і чоловічих особин у прегенеративний період онтогенезу, що є перспективним для фармакогностичних і біотехнологічних досліджень.

Ключові слова: гінкго дволопатево, *Ginkgo biloba*, лектини, білки, аглютинація, сексуалізація дерев.

Бібліографічний опис для цитування: Самородов В. М., Поспелов С. В. Особливості активності аглютининів у жіночих і чоловічих рослинах гінкго дволопатевого (*Ginkgo biloba* L.). *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 69–73.

Introduction

Lectins or hemagglutinins are substances of protein nature that have the unique property of selectively and reversibly binding carbohydrates without their chemical transformation. This is the most simply manifested in the form of agglutination of particles and cells, for example, erythrocytes [1]. It has been determined that any living cell contains not one, but several lectins. Their functions are different and important, due to which lectins are increasingly used in many theoretical and applied fields of biology and medicine [1–2]. This is evidenced by the fact that the catalogs of well-known world biotechnological and chemical companies offer a large list of commercial preparations of lectins and their components, the number of which increases annually. That is why the search for new sources of these compounds is a topical task of biological science [3].

Ginkgo biloba (*Ginkgo biloba* L.) is the only representative of Ginkgoopsida class, Ginkgoaceae family of Pinophyta section [5]. This tree is considered to be the oldest among the trees in the world, as it appeared on the Earth 250 million years ago. During this historical period, various climatic cataclysms and disasters occurred, but the species remained in natural biocenoses [6–8]. The trees even survived in the epicenter of the nuclear explosion in Hiroshima [8]. Such resistance to environmental factors is associated with the unique phytochemical composition of this species, which contains a large number of biologically active substances [4]. In different countries of the world, various medical preparations with pronounced cerebral protective effects, as well as bio-active dietary supplements, are produced from ginkgo raw materials [4, 6–8]. As to their popularity, they take the first places in various ratings. In addition to leaves, ginkgo cone berries and seeds are used [8, 10].

Ginkgo has been cultivated in Ukraine since 1809 and its popularity is growing [10–14]. It is worth mentioning that the first plantations of the crop have already been created, which should provide pharmaceutical production with its own raw materials. At the same time, phytochemical research in Ukraine needs to be deepened [9,15].

The aim of the study

The purpose was to investigate the pH profile of phytohemagglutinins' activity in different parts of Ginkgo biloba cone berries, buds, leaves, and one-year shoot growths of female and male trees.

Materials and methods

The object of the studies were buds, one-year shoot growths, leaves and cone berries of one-year-old Ginkgo biloba (*Ginkgo biloba* L.), trees that entered the generative phase of development. They grow in different locations in the city of Poltava: the Arboretum of Poltava State Agrarian University (No. 1); the Botanical Garden of V. G. Korolenko Poltava National Pedagogical University (No. 2); Vavilovskaya – the memorial park of M. I. Vavilova Poltava Agricultural Research Station of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial

Complex of the National Academy of Agrarian Sciences (No. 3) [14]. The raw materials were harvested at different times: buds in April, leaves and one-year shoot growths from male and female specimens, as well as cone berries from female plants – in October (**Figure 1**).

The activity of hemagglutinins was determined by the generally accepted method according to the level of agglutination of human erythrocytes [16, 17]. The raw materials were dried to an air-dry state, crushed and extracted with physiological solution in a ratio of 1 : 10. The intensity of agglutination was defined and evaluated in immunological plates, visually in points in a series of eight dilutions. The maximum activity in the experiments made 8×3 points = 24 points [17]. It was previously established that the lectins' activity depends on the pH of the medium and the appropriate method was developed according to which the intensity of the agglutination reaction was determined in the pH range from 4.0 to 8.0 [18]. For this purpose, 0.05 ml of buffer solution was added to each of the eight cells of the plate, 0.05 ml of extract was added and a series of consecutive two-fold dilutions was conducted. After that, 0.05 ml of 2% suspension of washed-out human erythrocytes was added to each cell, the plate was incubated at a temperature of +25°C for one hour. The assessment was made visually according to a five-point scale: 0 points – agglutination is absent; 3 points – maximum agglutination [17].

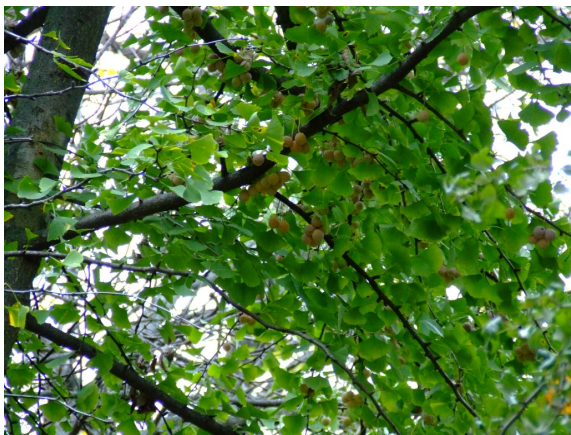
Results and discussion

Agglutinins' activity in the cone berries of Ginkgo biloba. It is known that the cone berry of ginkgo has three clearly expressed coatings [5, 12]. The outer one is juicy, yellow-amber colored with a waxy cover and an unpleasant odor (sarcotesta or arilus). The middle one is hard, ridged (sclerotesta); the inner one is film-like. Under the coatings, the seed is found, which contains an embryo with 2–3 cotyledons and the developed endosperm [10]. The analysis of the obtained research results allows us to state the presence of phytohemagglutinins in the above-mentioned cone berry coatings and seed elements. However, the proteins' activity in each of them differed significantly. It was the lowest in freshly harvested seeds. In all female plants, the lectins' activity equaled 0.1–0.3 points, and was determined only in the acidic zone, at pH of 4.0–4.5. It is noteworthy that practically almost all seed agglutinins are concentrated in the sclerotesta, which practitioners call the “stone”. As for the sarcotesta, the activity of lectins in it is higher than in the sclerotesta and seeds. Depending on the studied location of each tree, it varies from 6.8 to 8.3 points, and the maximum values were determined at pH=7.0–8.0.

It was found that the agglutinins with the highest activity were localized in the cone berry pedicle (**Table 1**). At the same time, we practically did not observe any difference between the locations of the studied trees. It is also worth mentioning that a high activity was determined in almost the entire pH range, from 4.5 to 8.0. A general conformity was observed: in the acidic zone (pH=4.0–6.0) the activity made from 6.0–15.0 to 21.0–24.0, and in the alkaline zone (6.5–8.0) – from 21.0–24.0 to 22.2–24.0. Even at the highest dilutions of the extracts, the agglutination reached its maximum value.

The similar conformities were also revealed at determining the activity of hemagglutinins in the collar – the base of the cone berry pedicle. Therefore, in the future, all of the above mentioned makes us think about the physiological nature of the places of lectins' concentration, their role in the processes of fertilization

and embryogenesis in ginkgo. This is all more interesting due to the fact that undeveloped cone berries, which fall off at different stages of their formation, have almost the same lectin activity as normally formed ones – 20.5 points.



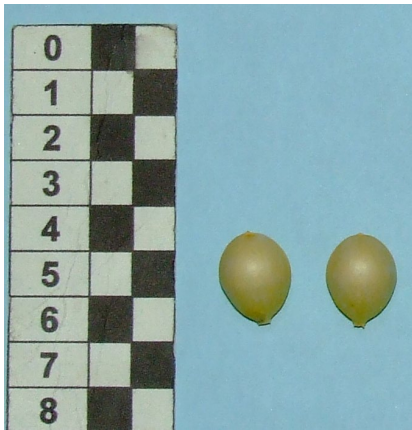
A



B



C



D

Figure 1. Cone berries (A-C) at different periods of ripening and seeds (D) of *Ginkgo biloba* (photo by S. Pospelov)

Table 1
pH profile of agglutinins' activity in extracts of *Ginkgo biloba* pedicle (M±m, n=4)

Tree locations	pH								
	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
No. 1	14.6±1.2	23.4±0.5	23.5±0.7	23.2±0.7	23.3±0.7	23.3±0.9	23.6±0.5	23.1±0.7	23.0±0.9
No. 2	8.9±0.9	21.9±0.5	22.8±1.0	23.1±0.7	23.4±0.8	22.1±0.7	23.3±1.0	23.0±0.4	22.6±1.0
No.3	5.8±0.7	11.8±0.7	19.9±1.2	20.5±0.6	20.6±0.8	20.8±0.7	20.1±0.7	22.3±1.0	22.0±1.5

Agglutinins' activity in the vegetative organs of Ginkgo biloba. Important conformities that had not been previously described in the literature available to us were discovered during the study of lectins in the buds, shoots, and leaves of male and female *Ginkgo biloba* trees (Figures 2, 3). It has been found that there is a relationship between the intensity of hemagglutination and the sexualization of trees.

The analysis of the pH profile in the buds indicates a low level of agglutination in the range of pH=4.0–5.5

(the maximum of up to 0.83 points), with an increase in pH from 6.0 to 8.0 in the buds of female plants, the activity increased to 3.67–9.83 points, and in the buds of male plants, it was significantly lower – from 1.83 to 4.33 points. In one-year-old shoots the indicated pattern was preserved, at the same time, the activity of lectins was observed almost in the entire pH range from 4.5 to 8.0. In the shoots of female plants it made 3.67–7.33 points, and in male ones – 1.67–3.83 points.

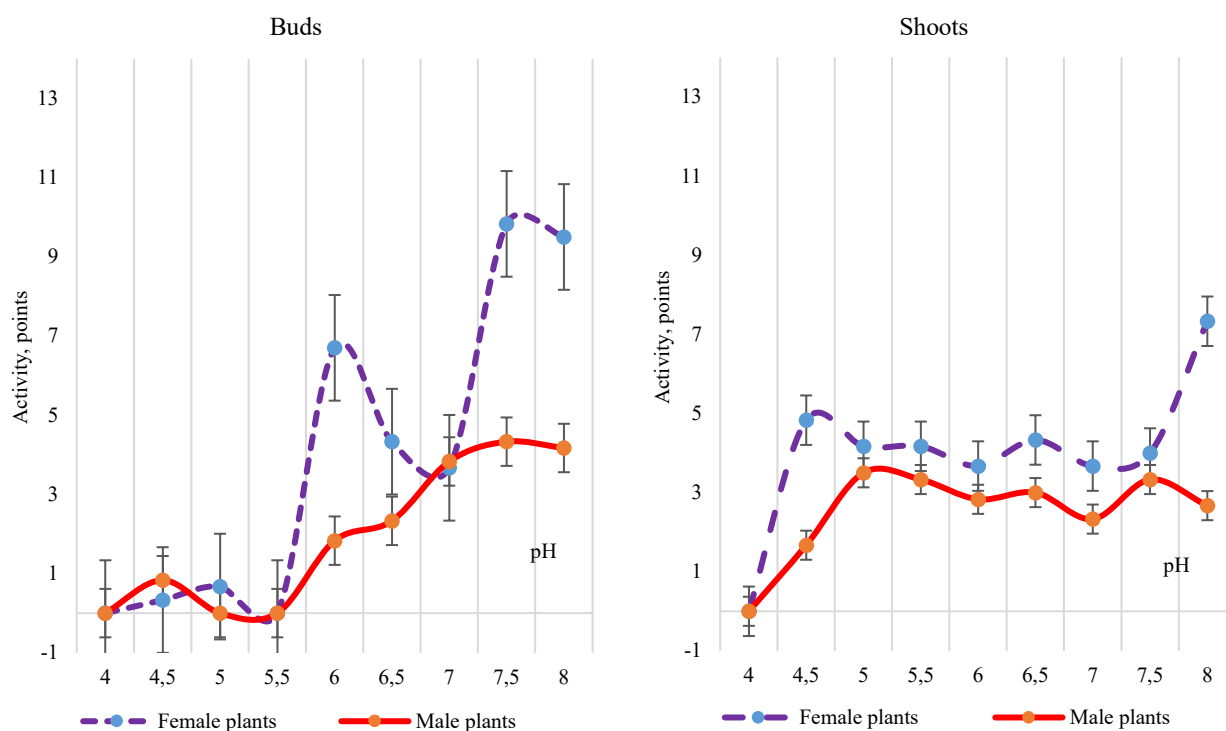


Figure 2. pH profile of agglutinins' activity in bud extracts and one-year growths of *Ginkgo biloba* shoots of different sexes

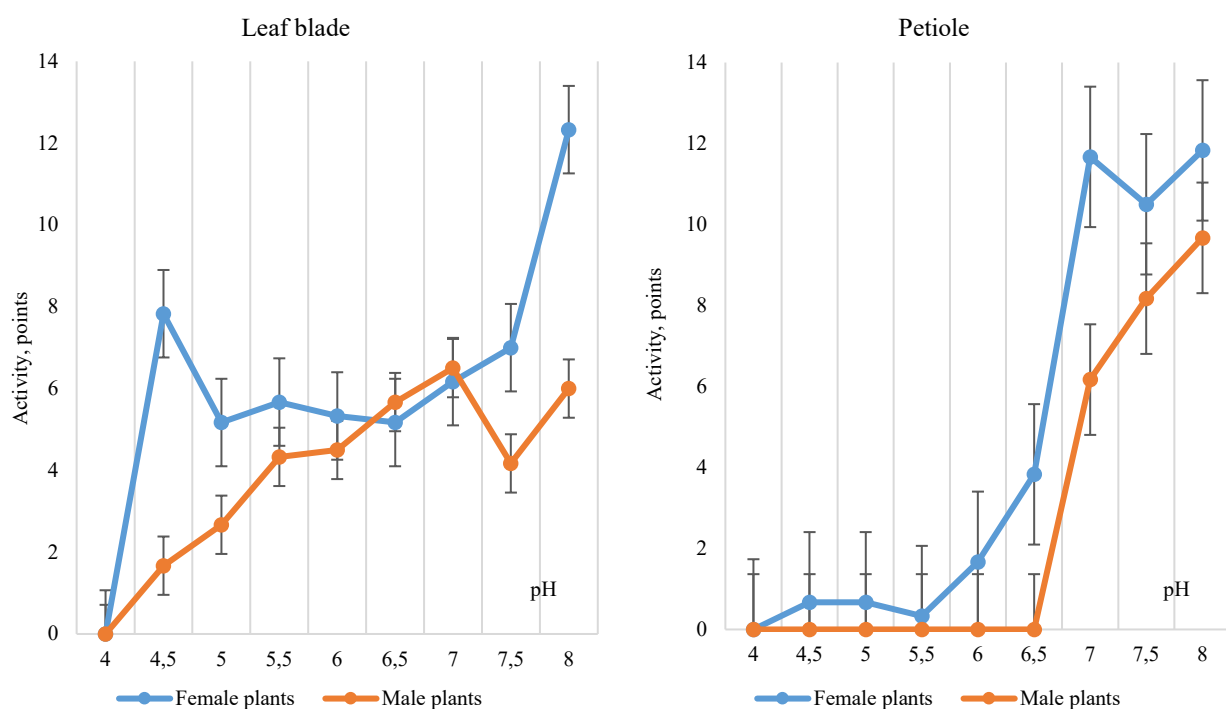


Figure 3. pH profile of agglutinins' activity in leaf extracts of *Ginkgo biloba* of different sexes

In the leaves, the difference in lectins' activity was even more expressed, especially in leaf blades. In the latter ones, the activity was determined in practically the entire pH range: in female plants – from 5.17 to 12.33 agglutination points, in male plants – 1.67–6.5 points. In the leaf petioles of female plants, agglutination was the minimal at pH=4.0–5.5 (up to 0.67 points) and it rapidly increased to 11.83 points in the

range of pH=6.0–8.0. In the leaf petioles of male trees, agglutination was absent in the range of pH=4.0–6.5, and the maximum made 9.67 points at pH=8.0.

There have already been reports of certain differences in the chemistry of heterosexual ginkgo plants. The scientists from Yurii Fedkovycha Chernivtsi National University have proven that the leaves and roots of cuttings from female ginkgo trees accumulate more

protein substances in comparison with male ones [19]. The researchers from O. V. Fomina Botanical Garden of Tarasa Shevchenka National University of Kyiv have found that ginkgo plants of different sexes accumulate in their leaves unequal amounts of such an important protein component as proline amino acid. Its amount was almost twice as high in the leaves of female trees as in male ones. It is interesting that the maximum difference was manifested in October during the leaf fall [20]. The similar conformities were established earlier for sea buckthorn. Ye. M. Herhel's studies have proven that female plants accumulate more lectins in their leaves in comparison with male ones [21].

The conformities to the laws of nature described above suggest a possible applied significance of the research. It is quite obvious that the assessment as to lectins' activity will help to distinguish female and male plants at the early stages of ontogenesis not only in ginkgo, but also in other types of fruit, rare, and medicinal crops, which will allow the formation of highly productive plantations.

Conclusions

The conducted studies allow us to state the previously not described fact of the presence of agglutinins in *Ginkgo biloba* both in cone berries and buds as well as in one-year shoot growths and leaves. It has been found that the place of maximum activity of lectins in cone berries is the pedicle and collar. In the seeds, agglutinins were localized in the sclerotesta. In the leaves of female ginkgo trees, the hemagglutinating activity of the extracts was higher than in male plants. According to the assessment of the pH activity profile, the highest values are recorded in the alkaline zone, with a pH range of 6.5–8.0. The revealed features can be marker signs for recognizing female and male *Ginkgo biloba* plants in the pre-generative period of ontogenesis.

Conflict of interest

The authors state that there is no conflict of interest.

References

1. Antoniuk, V. O. (2005). *Lectins and their raw material sources*. Lviv: Danylo Halytsky Lviv National Medical University.
2. Bairak, O. (2017). *My favorite tree: An autobiographical essay*. Poltava: Hovorov S. V. Publisher.
3. Becker, H. G. (2016). *Ginkgo. Weltenbaum. Wanderer zwischen den Zeiten*. Leipzig: Buch Verlag für die Frau GmbH.
4. Dobroskok, V., Dziuba, O., & Palagecha, R. (2009). Mechanism of adaptation of some relict plants during their introduction. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv: Introduction and Preservation of Plant Diversity*, 25-27, 60–61.
5. Felicitas, B. (2013). *Ginkgo: Der Baum des Lebens. Ein Lesebuch*. Berlin: Insel Verlag.

6. Herhel, Ye. M. (2012). Study of the lectin content in the leaves of plants of the Oleaster family (*Elaeagnaceae* Juss.). *Phytotherapy Journal*, 4, 51–54.
7. Huz, M. M., Hrechanyk, R. M., & Ostudimov, A. O. (2008). Features of *Ginkgo biloba* reproduction *in vitro*. *Scientific Bulletin of UNFU: Collection of Scientific and Technical Works*, 18 (7), 7–16.
8. Kovalov, V. M., Martynov, A. V., Krasnikova, T. O., & Stepanova, S. I. (2001). Plant lectins as biologically active substances for the development of pharmaceuticals. *Physiologically Active Substances*, 1 (31), 74–78.
9. Molotkovskiy, H. Kh., & Butnytskyi, I. M. (1977). Rooting of male and female cuttings of *Ginkgo biloba* and features of protein accumulation in them. In *Proceedings of the VI Congress of the Ukrainian Botanical Society* (pp. 55–56). Kyiv.
10. Ostudimov, A. O., & Huz, M. M. (2010). Features of seed reproduction of *Ginkgo biloba*. *Scientific Bulletin of UNFU: Collection of Scientific and Technical Works*, 20 (11), 8–15.
11. Palamarchuk, O. P., Dzhurenko, N. I., Steshenko, O. M., & Chetvernia, S. O. (2015). Modern possibilities of the complex use of medicinal plants promising for optimizing human adaptive status. In *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality* (Part II, pp. 521–526). Nitra.
12. Pospelov, S. V. (2018). Evaluation of the phytohemagglutinins activities of *Echinacea* species in ontogenesis. *Phytochemistry*, 421–440. <https://doi.org/10.1201/9780429426155-20>
13. Pospelov, S. V., & Shersheva, S. V. (2012). Researches of biological activity of lectin-containing extracts of pale coneflower (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.). *Scientific Progress & Innovations*, 2, 47–51. <https://doi.org/10.31210/visnyk2012.02.09>
14. Pospelov, S. V., Samorodov, V. M., & Pospelova, H. D. (2001). Main directions and results of lectin biology research at Poltava State Agricultural Institute. *Bulletin of Poltava State Agricultural Institute*, 4, 42–47.
15. Samorodov, V. M., & Bairak, O. M. (2016). Results of the introduction of *Ginkgo biloba* L. in the Poltava region. *Journal of Native and Alien Plant Studies*, 12, 225–228. <https://doi.org/10.37555/12.2016.173403>
16. Sinitsyna, L. V. (2000). The history of the study and distribution of *Ginkgo biloba* L. in Ukraine. *Bulletin of Kyiv University. Biology*, 31, 44–47.
17. Tereshchuk, A. I. (2009). *Ginkgo – the healer*. In *Ukrainian folk traditions* (2nd ed., revised and expanded). Kyiv: Logos Ukraine.
18. Turanska, S. P., Petranovska, A. L., Turov, V. V., & Gorbyk, P. P. (2020). Lectins: obtaining, properties, application in biology and medicine. *Surface*, 12 (27), 289–326. <https://doi.org/10.15407/surface.2020.12.289>
19. Unseld, S. (2019). *Goethe und der Ginkgo: Ein Baum und ein Gedicht*. Berlin: Insel Verlag.
20. Yudina, Yu. V., Kryklyva, I. O., Ruban, O. A., Demianenko, V. H., & Maslii, Yu. S. (2010). Study of the qualitative and quantitative content of polyphenolic compounds in *Ginkgo biloba* leaves. *Ukrainian Journal of Clinical and Laboratory Medicine*, 5 (2), 49–52.
21. Zuzuk, B. M., Kutsyk, R. V., Tomchuk, Yu., & Darmohrai, R. E. (2001). *Ginkgo biloba* (*Ginkgo biloba* L.) (An analytical review). *Provisor*, 19, 34–38.

ORCID

V. Samorodov 

<https://orcid.org/0000-0001-7088-6212>

S. Pospelov 

<https://orcid.org/0000-0003-0433-2996>



2025 by the author(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.

Modern innovation-intensive technologies in the development of Ukraine's agricultural sector

O. Mishchenko  | Y. Ponomarenko

Article info

Correspondence Author

O. Mishchenko

E-mail:

oleg.mishchenko@pdau.edu.ua

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

Citation: Mishchenko, O., & Ponomarenko, Y. (2025). Modern innovation-intensive technologies in the development of Ukraine's agricultural sector. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 74–78. doi: 10.31210/spi2025.28.03.12

The purpose of this review was to summarize modern approaches and systematize the experience of implementing innovation-intensive technologies in the development of Ukraine's agricultural sector, as well as to identify the conditions, risks, and prospects for their effective application in the context of global challenges and military threats. The article provides a comprehensive analysis of the role of innovation-intensive technologies in developing Ukraine's agricultural sector under contemporary global challenges related to climate change, soil degradation, rising resource costs, and the consequences of military conflict. The historical evolution of intensive farming systems is examined – from traditional plowing to modern no-till and strip-till practices such as No-till, Strip-till, and Verti-till. The feasibility of transitioning agricultural production to an innovation-intensive model is substantiated, emphasizing the integration of digitalization, biotechnology, automation, and environmentally oriented approaches. Special attention is devoted to the implementation of precision farming (GPS navigation, remote sensing, drones, IoT sensors), digital management platforms (AgriChain, GeoPard), and data-driven systems for yield forecasting and resource optimization. It is demonstrated that innovation-intensive technologies can increase productivity by 15–30 % while reducing energy and resource consumption. Case studies highlight the adoption of innovations by leading Ukrainian agricultural holdings, as well as by farms and cooperatives that act as local innovation hubs. The conditions for successful implementation of the innovation-driven model are summarized: investment support, government programs, human resource development, infrastructure improvement, and international cooperation. Risks and constraints are also discussed, including wartime threats, shortage of qualified specialists, high equipment costs, technological barriers, and social conservatism. The prospects for the development of Ukraine's agricultural sector are grounded in combining intensive technologies with the principles of ecological sustainability and digital transformation. The article concludes that the innovation-intensive production model is a strategic factor in maintaining competitiveness, enhancing food security, and integrating Ukraine into the global agricultural market.

Keywords: innovation-intensive technologies, agricultural sector, precision farming, No-till, Strip-till, digitalization, sustainable development.

Сучасні інноваційно-інтенсивні технології у розвитку аграрного сектору України

О. В. Міщенко | Ю. О. Пономаренко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Метою проведеного огляду було узагальнення сучасних підходів та систематизація досвіду впровадження інноваційно-інтенсивних технологій у розвитку аграрного сектору України, а також виявлення умов, ризиків і перспектив їх ефективного застосування в контексті глобальних викликів та воєнних загроз. У статті здійснено комплексний аналіз ролі інноваційно-інтенсивних технологій у розвитку аграрного сектору України в умовах сучасних глобальних викликів, що пов'язані зі зміною клімату, деградацією ґрунтів, зростанням цін на ресурси та наслідками військових дій. Розглянуто історичні аспекти становлення інтенсивних систем землеробства – від традиційної оранки до сучасних безплужних і смугових технологій, таких як No-till, Strip-till, Verti-till. Обґрунтовано доцільність переходу аграрного виробництва до інноваційно-інтенсивної моделі, що поєднує цифровізацію, біотехнології, автоматизацію та екологічно орієнтовані підходи. Особливу увагу приділено впровадженню точного землеробства (GPS-навігація, дистанційне зондування, дрони, сенсори IoT), цифрових платформ управління (AgriChain, GeoPard), а також систем управління даними для прогнозування врожайності й оптимізації витрат. Показано, що інноваційно-інтенсивні технології здатні підвищити продуктивність на 15–30 % при одночасному зниженні витрат енергії та ресурсів. Розкрито приклади впровадження інновацій у провідних агрохолдингах України, а також у фермерських господарствах і кооперативах, що стають осередками поширення технологій. Узагальнено умови успішної реалізації інноваційної моделі: інвестиційна підтримка, державні програми, кадрове забезпечення, розвиток інфраструктури та міжнародне партнерство. Висвітлено ризики та обмеження – військові загрози, дефіцит фахівців, висока вартість обладнання, технологічні бар'єри та соціальні чинники. Обґрунтовано перспективи розвитку аграрного сектору України на основі поєднання інтенсивних технологій із принципами екологічної стійкості та цифрової трансформації. Стаття робить висновок про те, що інноваційно-інтенсивний тип виробництва є стратегічним чинником збереження конкурентоспроможності, підвищення продовольчої безпеки та інтеграції України до світового аграрного ринку.

Ключові слова: інноваційно-інтенсивні технології, аграрний сектор, точне землеробство, No-till, Strip-till, цифровізація, стійкий розвиток.

Бібліографічний опис для цитування: Міщенко О. В., Пономаренко Ю. О. Сучасні інноваційно-інтенсивні технології у розвитку аграрного сектору України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 74–78.

В умовах сучасних викликів: кліматичні зміни, деградація ґрунтів, збройний конфлікт, нестабільність глобальних ланцюгів, Україна стоїть перед завданням трансформації аграрного сектору за допомогою інноваційно-інтенсивного виробництва. Рослинництво, як стратегічний сектор економіки, потребує використання найбільш прогресивних технологій для підвищення продуктивності, екологічної стійкості та продовольчої безпеки.

Розвиток агрономії в сучасних умовах економічної глобалізації та зміни кліматичних умов потребує підвищеної ефективності та стійкості виробництва сільськогосподарської продукції. Одним із пріоритетних напрямів є формування інноваційно-інтенсивного типу виробництва, який поєднує технологічні, біологічні та інформаційні рішення для підвищення продуктивності, якості продукції та збереження родючості ґрунтів [18, 21]. Інтенсивні технології ґрунтуються на комплексі агротехнічних, біологічних та механізаційних заходів, що забезпечують максимальну продуктивність за мінімального негативного впливу на довкілля [16]. Сучасні дослідження доводять, що застосування інноваційних технологій, таких як GPS-навігація, точне землеробство, безплужні системи, Strip-till та Verti-till, дозволяє оптимізувати витрати ресурсів і підвищити економічну ефективність виробництва [5, 15, 19].

Інноваційно-інтенсивний тип виробництва поєднує впровадження новітніх технологій (цифровізація, біотехнології, автоматизація) з інтенсивною експлуатацією ресурсів для отримання максимальної продуктивності. Інтенсивні системи землеробства мають довгу історію розвитку. Їх розвиток можна умовно поділити на декілька етапів:

1. Традиційне землеробство з оранкою передбачало перевертання та розпушування ґрунту, внесення органічних і мінеральних добрив [26].

2. Безплужне землеробство (No-till), технологія, яка дозволяє зменшити ерозію ґрунтів та втрати вологи, водночас підвищуючи ефективність ресурсів [15].

3. Системи мінімального та смугового обробітку (Strip-till, Verti-till) дозволяють поєднувати глибоке розпушування та локальне внесення добрив, знижуючи енерговитрати [8].

Історично розвиток інтенсивних технологій був тісно пов'язаний із необхідністю збільшення врожайності та адаптації аграрного виробництва до змін клімату та ресурсної бази [12]. До ключових інновацій можна віднести прецизійне землеробство (GPS, дрони, IoT-сенсори), штучний інтелект, біотехнології, вертикальні ферми, робототехніку, анкети, цифрові двійники, дрони та автоматичні системи управління [33, 36].

В Україні сьогодні спостерігається поступове впровадження інноваційно-інтенсивного типу виробництва. Основними напрямками є: комплексне застосування сучасних технологій обробітку ґрунту: Full-till, Mini-till, Strip-till, Verti-till [9, 21]; використання GPS та точного землеробства для оптимізації посівів, внесення добрив та захисту рослин [19, 30]; екологічно орієнтовані технології: контроль ерозії, підвищення вмісту гумусу, зменшення використання

хімічних засобів захисту [11, 16]. Дослідження науковців показують, що інноваційно-інтенсивний тип виробництва дозволяє підвищити врожайність на 15–30 % порівняно з традиційними системами, одночасно скорочуючи витрати на енергію та ресурси [16].

Інновації застосовуються провідними аграрними підприємствами. Так Агрохолдинг МНР «Миронівський хлібопродукт» активно використовує прецизійні технології – аналітика GeoPard, датчики, машинне навчання, для деталізованих агрономічних рішень і впровадження цифрових платформ [6]. Холдинг Astarta розробив власну цифрову систему AgriChain для управління ланкбанком, моніторингу посівів, логістики та автоматизації, інтегруючи дані зі супутників через Planet Labs, OneSoil, Sentinel Hub [3]. АгроTech у межах стратегії WINWIN до 2030 передбачає впровадження IoT, ШІ, робототехніки та створення інноваційного екосистему для аграрного сектору [36].

Ми спостерігаємо ефективну дію у господарствах, які застосовують технології точного землеробства та нові форми організації виробництва [10, 27].

Впровадження інноваційно-інтенсивного виробництва має інвестиційне та інфраструктурне підґрунтя. За оцінками UkraineInvest, Україні потрібно інвестувати приблизно 56 млрд USD у наступне десятиліття для відновлення агропромислового комплексу: логістика, зберігання, зрошення, впровадження інновацій [32]. Світовий банк також підтримує кредити для агровиробників у складний період [25].

Після початку повномасштабного вторгнення українське агровиробництво поступово відновлюється завдяки виробникам, державі та іноземним партнерам [1]. Розглянемо технологічні складові інноваційно-інтенсивного виробництва, по-перше, сучасні системи обробітку ґрунту, які можна розділити на інверсійні та неінверсійні. Full-till це класична оранка з перемішуванням ґрунту та органічних добрив [26]. No-till – безплужне землеробство, що зберігає структуру ґрунту і підвищує його водозберезувальну здатність [15]. Strip-till та Verti-till – локалізований обробіток з глибоким розпушуванням і точковим внесенням добрив [8].

По-друге, точні та інформаційні технології. Інтеграція GPS-навігації та дистанційного зондування дозволяє фермерам точніше застосовувати ресурси, контролювати стан посівів та прогнозувати врожайність [19, 25].

По-третє, біологічні та екологічні аспекти. Використання систем сівозміни, покривних культур, органічних добрив дозволяє зберегти родючість ґрунтів і підвищити біологічну ефективність посівів [35, 14].

Виділяючи інноваційні компоненти інноваційно-інтенсивного виробництва в агрономії, потрібно звернути увагу на: прецизійне землеробство (GPS-обладнання, дрономоніторинг, IoT-сенсори, аналітика урожайності, індивідуальне вкладання ресурсів) [10, 23, 24]; цифрові платформи (AgriChain від Astarta та аналітичні рішення GeoPard для МНР) [3, 6]; АгроTech-екосистема (ШІ, IoT, роботизація, дрони, цифрові двійники, верти-

кальні/міські ферми) [36]; кооперативи як драйвери (впровадження новітніх технологій на локальному рівні, активна участь громад [10, 27]; фінансування та інвестиційні програми (частина аграріїв отримує підтримку через кредити (WorldBank), державні програми, іноземні інвестиції) [25, 31, 36]; інфраструктурні проекти (модернізація логістики, зберігання, зрошення, зниження втрат урожаю) [1, 24, 32].

Умови реалізації інноваційно-інтенсивного виробництва в аграрному секторі охоплюють комплекс економічних, організаційних, технічних, кадрових та екологічних складових, без яких неможливе ефективне впровадження сучасних технологій. Узагальнено їх можна поділити на кілька ключових блоків:

1. Економічні умови. Інвестиційна підтримка – залучення державних і приватних інвестицій у модернізацію техніки, розвиток цифрової інфраструктури, зрошувальні системи. Фінансові інструменти – кредити, гранти, пільгове оподаткування, державні програми (наприклад, компенсація відсоткових ставок). Міжнародне партнерство – участь у проєктах Світового банку, ЄС, USAID, що фінансують розвиток інновацій у сільському господарстві.

2. Технологічні умови. Матеріально-технічна база – сучасна сільськогосподарська техніка, обладнана GPS, сенсорами, системами точного внесення добрив і ЗЗР. Інформаційні технології – цифрові платформи управління (AgriChain, GeoPard), системи моніторингу врожайності, Big Data та штучний інтелект для прогнозування. Біологічні інновації – впровадження високопродуктивних сортів і гібридів, біопрепаратів, органічних добрив, інтегрованого захисту рослин.

3. Організаційні умови. Кооперація агровиробників – створення аграрних кооперативів, які спільно впроваджують інновації та зменшують витрати. Партнерство «наука – освіта – бізнес» – залучення наукових установ і університетів до практичних проєктів у фермерських господарствах. Державна політика – чіткі стратегії (AgroTech, WINWIN 2030), що задають орієнтири цифровізації й екологізації виробництва.

4. Кадрові умови. Підготовка фахівців – навчання агрономів і інженерів новим технологіям (точне землеробство, автоматизовані системи). Агрономічне консультування – поширення знань через дорадчі служби, освітні програми, тренінги. Молодіжні програми – залучення студентів і випускників аграрних університетів до стартапів та практичних проєктів.

5. Екологічні умови. Збереження ґрунтів – мінімізація ерозії, впровадження No-till, Strip-till, Verti-till, використання покривних культур. Рациональне використання ресурсів – скорочення застосування хімічних засобів захисту рослин, оптимізація добрив, ощадливе водокористування. Сталий розвиток – поєднання інтенсивних технологій із принципами екологічної рівноваги та біорізноманіття.

Таким чином, ефективна реалізація інноваційно-інтенсивного виробництва можлива лише за умови поєднання належного технологічного забезпечення, послідовної державної політики, якісної підготовки

кадрів та дотримання принципів екологічної відповідальності. Ефективне впровадження інтенсивних технологій залежить від кадрового забезпечення [13], матеріально-технічної бази, сучасна техніка, GPS-обладнання, системи точного внесення добрив [19], економічної підтримки (державні програми, кредитні механізми, інвестиції) [17]. Екологічної складової (контроль ерозії, оптимізація використання пестицидів, збереження водних ресурсів [11, 16].

Інноваційно-інтенсивний тип виробництва має значний потенціал для підвищення конкурентоспроможності українського аграрного сектору. Перспективними напрямками є: впровадження точного землеробства на всіх культурах [30]; розвиток інтегрованих систем управління виробництвом з використанням IT та Big Data [34]; екологічно стійкі технології для збереження родючості ґрунтів та підвищення біорізноманіття [14, 35]. Впровадження цих заходів дозволить зберегти врожайність, підвищити якість продукції та ефективність використання ресурсів [20]. Інноваційно-інтенсивний тип виробництва дозволяє українському аграрному сектору підвищити конкурентоспроможність та стійкість, відповідаючи на сучасні виклики агрономії [5, 18, 12].

Серед основних ризиків та обмежень до впровадження сучасних інтенсивних технологій у агрономії вчені виділяють військові загрози а саме, земельне мінування, руйнування ґрунтів, забруднення важкими металами знижують масштаби агровиробництва [7, 29]. Фінансові ризики, зниження R&D-інвестицій, обмежений капітал у агровиробників [29]. Кадровий дефіцит через нестачу фахівців із цифрових технологій, агрономії, AI. Технологічні бар'єри (інфраструктура, доступ до Інтернету, висока вартість обладнання). Соціальні чинники, які містять консерватизм серед фермерів, недовіру до нових технологій, слабкий рівень кооперативної роботи.

Висновки

Проведений огляд мав на меті узагальнити сучасні підходи та систематизувати досвід упровадження інноваційно-інтенсивних технологій у розвитку аграрного сектору України, а також визначити умови, ризики й перспективи їх ефективного застосування в умовах глобальних викликів і воєнних загроз. У ході дослідження встановлено, що інтеграція цифрових рішень, біотехнологій, автоматизації, екологічно орієнтованих систем обробітки ґрунту (Full-till, No-till, Strip-till, Verti-till), дозволяє не лише підвищити продуктивність на 15–30 %, а й зменшити витрати ресурсів та енергії. Успішне поширення інновацій можливе за умови поєднання інвестиційної підтримки, державних програм, розвитку людського капіталу, удосконалення інфраструктури та міжнародного партнерства. Водночас виявлені ризики, військові загрози, кадровий дефіцит, висока вартість техніки й соціальна консервативність, потребують цілеспрямованих управлінських рішень.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленому вивченні механізмів інтеграції цифрових технологій, біологічних методів і екологічно стійких систем землеробства для формування комплексної моделі сталого аграрного виробництва, здатної забезпечити підвищення конкурентоспроможності аграрного сектору України, зміцнення продовольчої безпеки та інтеграцію у світовий ринок.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Agribusiness of Ukraine Infographic report 2023/24. (2025). *Agroberichten Buitenland*. Retrieved from: <https://www.agroberichtenbuitenland.nl/documenten/publicaties/2025/02/17/agribusiness-of-ukraine-2023-2024>
2. Agriculture en Ukraine & UK Farms: 7 Top 2025 Innovations. 2025. *Farmonaut®*. Retrieved from: <https://farmonaut.com/europe/agriculture-en-ukraine-uk-farms-7-top-2025-innovations>
3. Astarta Holding. (2025). *Wikipedia*. Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/Astarta_Holding
4. Berxolli, A., Potryvaieva, N., Dovgal, O., Kuzoma, V., & Pavliuk, S. (2023). Innovation in Ukrainian agriculture to mitigate the impact of invasion. *International Journal of Environmental Studies*, 80 (2), 307–313. <https://doi.org/10.1080/00207233.2022.2160080>
5. Brovarets, O. (2016). Vid bezpluzhnogo do hlobalnogo rozumnogo zemlerobstva. *Tekhnika i Tekhnologii APK*, 10, 28–30. [in Ukrainian]
6. GeoPard Boosts Precision Farming for MHP, Ukraine's Leading Agriholding. (2025). *GeoPard Agriculture*. Retrieved from: <https://geopard.tech/blog/geopard-agriculture-elevates-precision-farming-for-mhp-one-of-ukraines-largest-agriholdings-spanning-350000-hectares/#>
7. Goncharenko, O., Anishchenko, V., & Sirenko, K. (2023). Innovation-driven development of Ukraine's agriculture under complex threats. *Science and Innovation*, 19 (6), 65–76. <https://doi.org/10.15407/scine19.06.065>
8. Horodetskyi, O. S., & Hrabovskyi, M. B. (2020). *Systemy suchasnykh intensyvykh tekhnologii (zmistovi moduli 1 i 2) : metodychni vkazivky do provedennia praktychnykh, samostiinykh robot i vykonannia indyvidualnykh zavdan studentamy za kredytno-transfornoiu systemoiu navchannia*. Bila Tserkva. [in Ukrainian]
9. Horodetskyi, O. S., & Kovalenko, R. V. (2017). *Systemy suchasnykh intensyvykh tekhnologii : posibnyk do provedennia praktychnykh i samostiinykh robot*. Kyiv: KNT [in Ukrainian]
10. Hrynevych, O., Blanco Canto, M., & Jiménez García, M. (2022). Tendencies of precision agriculture in Ukraine: disruptive smart farming tools as cooperation drivers. *Agriculture*, 12 (5), 698. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050698>
11. Ivashchenko, O. O. (2016). Ekologichni problemy intensyvykh tekhnologii vyroshchuvannia posyviv. *Quarantine and Plant Protection*, 62, 119–123. [in Ukrainian]
12. Kaminskyi, V. F. (2010). Novitni tekhnologii vyroshchuvannia konkurentospromoznoi produktii roslinnytstva v systemi stiikoho zemlerobstva Ukrainy. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru "Instytut Zemlerobstva UAAN"*, 3, 37–47. [in Ukrainian]
13. Kaminskyi, V. F. (2013). Naukovo-metodychni osnovy doslidzen z rozroblennia tekhnologii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru "Instytut Zemlerobstva UAAN"*, 1-2, 3–9. [in Ukrainian]
14. Korsun, S., Litvinova, O., & Khomenko, T. (2022). Biologichni aspekty udoskonalennia suchasnykh tekhnologii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur. *Rozvytok aharnoi haluzi ta vprovadzhennia naukovykh rozrobok u vyrobnytstvo : materialy V mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, m. Mykolaiv, 19-21 zhovt. 2022 r.* (pp. 29–32). Mykolaiv: MNAU. [in Ukrainian]
15. Kosolap, M. P., & Krotinov, O. P. (2011). *Systema zemlerobstva No-till*. Kyiv: Lohos. Retrieved from: [in Ukrainian]
16. Kuian, V. H., & Yevtushok, I. M. (2020). Ekologichni osnovy i problemy suchasnykh intensyvykh tekhnologii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur. *Visnyk Zhytomyrskoho Ahrotekhnichnoho Koledzhu*, 3 (1), 17–26. [in Ukrainian]
17. Melnyk, V., & Pohrishchuk, O. (2016). Innovatsiino-intensyvnyi typ vyrobnytstva yak priorytetnyi u rozvytku silskoho hospodarstva v Ukraini. *Visnyk Ternopilskoho Natsionalnoho Ekonomichnoho Universytetu*, 4, 35–45. [in Ukrainian]
18. Melnyk, V. I., & Pohrishchuk, O. B. (2016). Problemy enerho- i resursozberezhennia v kontseptsii innovatsiino-orientovanoho ahrarnoho vyrobnytstva. *Enerhoefektyvnist ekonomiky: problemy sohodennia i maibutnoho: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (zhovten 12–13, 2016)*. (pp. 71–73). Poltava: PNTU im. Yurii Kondratiuka. [in Ukrainian]
19. Pakhushchyi, A. S. (2020). GPS v intensyvykh tekhnologiakh vyrobnytstva silskohospodarskoi produktii. *Molod i tekhnichni prohes v APV : materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Tom 2 Innovatsiini rozrobky v ahrarnii sferi*. (pp. 161–62). Kharkiv. [in Ukrainian]
20. Palamarchuk, V. D., Polishchuk, I. S., & Venediktov, O. M. (2011). *Systemy suchasnykh intensyvykh tekhnologii u roslinnytstvi*. Vinnytsia: Danyliuk [in Ukrainian]
21. Palamarchuk, V. D., Polishchuk, I. S., Kalenska, S. M., & Yermakova, L. M. (2011). *Systemy suchasnykh intensyvykh tekhnologii u roslinnytstvi*. Vinnytsia. Retrieved from: <https://repository.vsau.org/getfile.php/3663.pdf> [in Ukrainian]
22. Polishchuk, I. S., Mazur, V. A., Palamarchuk, V. D., & Shevchenko, N. V. (2017). *Systemy suchasnykh intensyvykh tekhnologii: metodychni rekomendatsii dlia studentiv mahistratury VNAU*. Vinnytsia: VNAU [in Ukrainian]
23. Prikhodko, D., Sikachyna, O., Pedersen, E., Sylvester, G., & Rybchynshyi, R. (2022). *Digital technologies in the grain sector of Ukraine*. FAO Investment Centre Country Highlights, No. 18. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc1600en>
24. Resilience and innovation: how Ukraine's agricultural sector is improving logistics and optimizing operations. (2024). *Dentons*. Retrieved from: https://www.dentons.com/en/insights/articles/2024/december/18/resilience-and-innovation-how-ukraine-agricultural-sector-is-improving-logistics?utm_source=chatgpt.com
25. Seeds of Hope: Helping Ukraine's Farmers Build Resilience. (2024). *World Bank Group*. Retrieved from: <https://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2024/10/03/seeds-of-hope-helping-ukraine-farmers-build-resilience>
26. Shevchenko, M. V. (2008). Systemy obrobitku hruntu. *Zemlerobstvo*, 80, 33–39. [in Ukrainian]
27. Sustainable Agriculture in Central Ukraine: Transforming Villages through Berry Farming and GIS Technology. (2024). *Farmonaut®*. Retrieved from: <https://farmonaut.com/europe/sustainable-agriculture-in-ukraine-5-ways-berry-farming-transforms-villages>
28. Tesliuk, B. V., & Vechera, O. M. (2025). Vazhlyvist vykorystannia tochnykh tekhnologii v suchasnomu silskohospodarskomu vyrobnytstvi. *Innovatsiini tekhnologii vyrobnytstva, lohistyky ta pererobky produktii roslinnytstva: materialy dopovidei mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. (pp. 217–219). Kyiv. [in Ukrainian]
29. The Impact Of War In Ukraine On Global Food Security. (2024). *EOS Data Analytics*. Retrieved from: https://eos.com/blog/the-impact-of-war-in-ukraine-on-global-food-security/?utm_source=chatgpt.com
30. Tsyhanenko, M. O., Romanashenko, O. A., & Momot, H. S. (2024). Mistse systemy tochnoho zemlerobstva v intensyvykh tekhnologiakh vyrobnytstva produktii v ahrarnomu sektori. *Suchasni problemy zemlerobskoi mekhaniky: zbirnyk tez dopovidei XXV mizhnarodnoi naukovo konferentsii (17–19 zhovtnia 2024 r.)*. (pp. 138–141). Kyiv: NUBiP Ukrainy. [in Ukrainian]
31. Ulanchuk, V. S., & Zharun, O. V. (2017). Problemy investuvannia silskohospodarskykh pidpriemstv. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, 72 (2), 7–12. [in Ukrainian]
32. Ukrainian agro-processing: new opportunities for investors, potential and prospects. (2025). *UkraineInvest*. Retrieved from: <https://ukraineinvest.gov.ua/en/news/ukrainian-agro-processing-new-opportunities-for-investors-potential-and-prospects/>

33. Ukrainian global innovation strategy until 2030. Retrieved from: https://winwin.gov.ua/assets/files/ENG_AgroTech.pdf?utm_source=chatgpt.com
34. Vechera, O. M., & Tesliuk, B. V. (2025). Aktualnist vykorystannia suchasnykh informatsiynykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi. *Kramarovski chytannia: zbirnyk tez dopovidei dopovidei XXII mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii z nahody 118-yi richnytsi vid dnia narodzhennia doktora tekhnichnykh nauk, profesora, vitseprezydenta UASHN Kramarova Volodymyra Savovycha (1906-1987)*. (20-21 liutoho 2025 r., m. Kyiv). (pp. 295–297). Kyiv: NUBiP Ukrainy. [in Ukrainian]
35. Volkohon, V. V. (2013). Biologichni aspekty adaptivnykh system zemlerobstva. In V. F. Kaminskyi (Ed.), *Adaptivni systemy zemlerobstva i suchasni ahrotekhnolohii – osnova ratsionalnoho zemlekorystuvannia, zberezhenia i vidtvorennia rodiuchosti gruntiv* (pp. 95–107). Kyiv: Edelveis [in Ukrainian]
36. WINWIN. AgroTech Sectoral Development Strategy in Ukraine. (2025). *Digital State UA*. Retrieved from: <https://digitalstate.gov.ua/uk/news/tech/winwin-agrotech-sectoral-development-strategy-in-ukraine>
37. Zakharchuk, O., Melnyk, S., Vyshnevetska, O., Popova, O., & Kotsiubunsk, L. (2022). Investment and Innovation Development of Agriculture in Ukraine. *Ekonomika APK*, 29 (4), 10–21. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202204010>

ORCID

O. Mishchenko 
Y. Ponomarenko 

<https://orcid.org/0000-0002-9547-0421>
<https://orcid.org/0009-0006-3230-0368>



2025 by the author(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.

Biological mechanisms of invasiveness of *Ambrosia artemisiifolia* L. and innovative control approaches

V. Onipko  | S. Pospelov | H. Pospelova | N. Kovalenko

Article info

Correspondence Author

V. Onipko

E-mail:

valentya.onipko@pdaa.edu.ua

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

Citation: Onipko, V., Pospelov, S., Pospelova, H., & Kovalenko, N. (2025). Biological mechanisms of invasiveness of *Ambrosia artemisiifolia* L. and innovative control approaches. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 79–84. doi: 10.31210/spi2025.28.03.13

The purpose of the review was to summarize current scientific approaches to studying the biological mechanisms of invasiveness of *Ambrosia artemisiifolia* L., to identify ecological and agroeconomic risks associated with its spread, and to analyze innovative strategies for controlling this dangerous weed. *Ambrosia artemisiifolia* L. is one of the most aggressive invasive species of the Asteraceae family, posing a significant threat to agroecosystems, natural biodiversity, and human health. Its spread under conditions of trade globalization and climate change has reached a large scale, emphasizing the need for interdisciplinary research on the bioecological characteristics of this species and the development of comprehensive control strategies. The high invasive potential of *A. artemisiifolia* is determined by a complex of adaptive traits: rapid initial growth, tolerance to various soil types and climatic conditions, a powerful root system, cross-pollination, and pronounced seed heteromorphism. These features ensure the formation of persistent soil “seed banks” that support long-term population recovery even after mechanical or agronomic interventions. In addition, the considerable genetic variability of the species promotes local adaptation to changing climatic and anthropogenic factors, complicating control efforts across regions. It was emphasized that the expansion of ragweed in Europe and Asia leads to reduced crop yields, displacement of native species, and ecosystem degradation. Losses in the agricultural sector are associated with both direct decreases in the productivity of maize, sunflower, soybean, and other crops, and with increasing costs of herbicide application. However, chemical control is complicated by the development of resistance to major groups of herbicides. This underlines the relevance of integrated weed management approaches, that combine agronomic practices (crop rotation, optimization of sowing density, cultivation of competitive crops), biological control (entomophages, phytopathogens, microbial preparations), chemical methods, and environmentally safe technologies. A promising direction is the use of modern geographic information systems, remote sensing methods, and mathematical modeling to monitor the spread of *A. artemisiifolia* and predict its invasion dynamics under climate change. Such an approach makes it possible to identify priority control areas and effectively allocate resources. Further research should focus on improving adaptive integrated management systems for ragweed populations, assessing the long-term consequences of its invasion for biodiversity and human health, and developing ecologically oriented models of sustainable land use.

Keywords: *Ambrosia artemisiifolia* L., invasive species, biological traits, biological control methods, agroecosystems, soil conditions, spread prediction.

Біологічні механізми інвазійності *Ambrosia artemisiifolia* L. та інноваційні підходи контролю

В. В. Оніпко | С. В. Поспелов | Г. Д. Поспелова | Н. П. Коваленко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Метою проведення огляду було узагальнення сучасних наукових підходів до вивчення біологічних механізмів інвазійності *Ambrosia artemisiifolia* L., виявлення екологічних та агроекономічних ризиків її поширення, а також аналіз інноваційних стратегій контролю цього небезпечного бур'яну. Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) належить до найбільш агресивних інвазійних видів родини Asteraceae, що становить значну загрозу для агроecosystem, природного біорізноманіття та здоров'я людини. Її поширення в умовах глобалізації торгівлі та зміни клімату набуває масштабного характеру, що актуалізує необхідність міждисциплінарного вивчення біоекологічних особливостей цього виду та розробки комплексних стратегій контролю. З'ясовано, що висока інвазійна здатність *A. artemisiifolia* зумовлена комплексом адаптивних рис: швидким початковим ростом, пластичністю до різних типів ґрунтів і кліматичних умов, потужною кореневою системою, перехресним запиленням та вираженим гетероморфізмом насіння. Це забезпечує створення стійких «банків насіння» у ґрунті, що підтримують тривале відновлення популяцій навіть після механічного чи агротехнічного впливу. Крім того, значна генетична мінливість виду сприяє локальній адаптації до змінних кліматичних і антропогенних факторів, що ускладнює боротьбу з ним у різних регіонах. Наголошено, що розширення ареалу амброзії у Європі та Азії призводить до зниження врожайності культурних рослин, витіснення аборигенних видів та деградації екосистем. Втрати в аграрному секторі пов'язані як із прямим зниженням продуктивності кукурудзи, соняшнику, сої та інших культур, так і зі зростанням витрат на застосування гербіцидів. Однак хімічний контроль ускладнюється формуванням резистентності популяцій до основних груп препаратів. Це актуалізує інтегровані підходи до управління бур'яном, які передбачають поєднання агротехнічних заходів (сівозміни, оптимізація густоти посівів, вирощування конкурентних культур), біологічного контролю (ентомофаги, фітопатогени, мікробні препарати), хімічних засобів та екологічно безпечних технологій. Визначено, що перспективним напрямом є використання сучасних геоінформаційних систем, методів дистанційного зондування та математичного моделювання для моніторингу поширення *A. artemisiifolia* та прогнозування її інвазійної динаміки в умовах кліматичних змін. Такий підхід дозволяє визначати пріоритетні території для контролю та ефективно розподіляти ресурси. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення адаптивних інтегрованих систем управління популяціями амброзії, оцінку довгострокових наслідків її інвазії для біорізноманіття та здоров'я людини, а також розробку екологічно орієнтованих моделей сталого землекористування.

Ключові слова: Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), інвазійний вид, біологічні, біологічні методи контролю, агроecosystem, ґрунтові умови, прогнозування поширення.

Бібліографічний опис для цитування: Оніпко В. В., Поспелов С. В., Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П. Біологічні механізми інвазійності *Ambrosia artemisiifolia* L. та інноваційні підходи контролю. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 79–84.

Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) є інвазійним видом бур'янів родини Asteraceae, який здобув широке поширення за межами свого природного ареалу та став серйозною загрозою для агроєкосистем, природного біорізноманіття та здоров'я людини [1, 7, 24, 31]. Особливу увагу привертає алергенність пилку амброзії, яка є причиною сезонних респіраторних захворювань, зокрема полінозу, бронхіальної астми та інших алергічних реакцій у значної частини населення [20]. Ця однорічна рослина вирізняється високою адаптивністю до різних типів ґрунтів і кліматичних умов, здатністю до швидкого відновлення після механічного ушкодження та утворенням значної кількості насіння, що забезпечує її ефективне поширення [5, 10, 14]. В умовах інтенсивного розповсюдження цього виду у сільськогосподарських районах він не лише знижує врожайність культур, але й змінює видовий склад природної рослинності, витісняючи аборигенні види та порушуючи екологічну рівновагу [17].

Глобалізація торгівлі та зміни клімату значно посилюють проблему інвазії амброзії полинолистогої [6, 8]. Підвищення середньорічних температур, зміни режиму опадів та подовження вегетаційного періоду створюють сприятливі умови для активного поширення виду на нові території, особливо в країнах Європи та Азії [18, 35]. У результаті цього відбувається не лише екологічна деградація екосистем, а й зростають витрати на сільське господарство та охорону здоров'я.

У відповідь на виклики, пов'язані з амброзією полинолистогою, сучасна наука розробляє комплексні підходи до її контролю. Вони охоплюють агро-технічні методи (сівозміни, механічні обробітки ґрунту, висівання конкурентоспроможних культур), біологічний контроль (використання природних фітофагів і патогенів), хімічні засоби та екологічно безпечні інтегровані технології [3, 9, 14, 28]. Ефективне управління популяціями цього виду потребує поєднання традиційних і новітніх стратегій, що базуються на комплексному розумінні його біологічних та екологічних особливостей.

Таким чином, актуальність дослідження амброзії полинолистогої визначається не лише її агро-екологічними та соціальними ризиками, а й необхідністю розробки науково обґрунтованих системного та міждисциплінарного підходів до контролю інвазії, що поєднують біологічні, технологічні та економічні рішення у сфері охорони довкілля та сталого розвитку [16].

Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) вирізняється високою адаптивністю та екологічною пластичністю, що забезпечує її ефективне поширення в різних біотопах. Рослина має швидкий початковий ріст, що дозволяє їй конкурувати за ресурси з культурними та місцевими видами рослин, а потужна коренева система сприяє не лише утриманню в ґрунті, але й активному поглинанню води та поживних речовин у посушливих умовах [19, 21, 27].

Насіння амброзії демонструє виражений гетероморфізм – існування насіння різного розміру, форми та здатності до тривалого зберігання в ґрунті [12]. Це забезпечує високий рівень виживаності у різних

кліматичних умовах і дозволяє підтримувати «банк насіння» у ґрунті, що сприяє швидкому відновленню популяцій навіть після агротехнічних або механічних заходів контролю.

Важливою характеристикою виду є здатність до перехресного запилення, що сприяє високому рівню генетичної різноманітності у популяціях і підвищує їхню стійкість до змін навколишнього середовища [11]. Генетична мінливість також забезпечує швидку локальну адаптацію до нових кліматичних умов, типу ґрунтів та антропогенних факторів [15].

Плейотропні ефекти, зафіксовані у ряді досліджень, дозволяють амброзії змінювати фізіологічні та морфологічні характеристики відповідно до конкретних екологічних умов, включаючи стійкість до засухи, високу конкурентоспроможність та ефективність використання ресурсів [35]. Такі особливості разом із коротким вегетаційним циклом, високою продуктивністю насіння та здатністю формувати щільні килимові популяції роблять *A. artemisiifolia* одним із найнебезпечніших інвазійних бур'янів сучасності, здатних швидко колонізувати нові території та створювати серйозні екологічні та агроекономічні проблеми.

Крім того, важливими факторами інвазійності є антропогенні впливи: зрощення, інтенсивне землекористування, транспортні коридори та глобальна торгівля сприяють швидкому переміщенню насіння та створюють нові екологічні ніші для виду [31]. Комплекс цих біологічних, екологічних та антропогенних чинників обумовлює здатність амброзії полинолистогої до широкомасштабного поширення та утворення стійких інвазійних популяцій у різних регіонах світу.

Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) становить серйозну загрозу для природних та антропогенних екосистем через здатність утворювати щільні, монокультурні угруповання, які витісняють місцеві види рослин. Такі зміни призводять до зменшення видового різноманіття та порушення структури рослинних угруповань, що негативно впливає на трофічні взаємозв'язки і функціонування екосистем [19, 35]. Унаслідок цього порушуються процеси ґрунтоутворення, колообіг поживних речовин та стабільність біоценозів, що підвищує їхню вразливість до інших інвазійних видів.

Крім того, інтенсивне поширення амброзії у сільськогосподарських угіддях знижує врожайність культурних рослин і підвищує витрати на боротьбу з бур'яном. Вона конкурує за світло, воду та поживні речовини, скорочуючи продуктивність культур, таких як кукурудза, соняшник та соя, що є критичними для аграрних економік [19, 32]. Втрата врожаю супроводжується застосуванням більшої кількості гербіцидів та інших агротехнічних заходів, що, у свою чергу, негативно впливає на довкілля, порушуючи склад ґрунтової мікрофлори та водні екосистеми.

Амброзія також здатна колонізувати придорожні смуги, промислові майданчики, залізничні коридори та осередки інтенсивного транспортування, що сприяє її швидкому поширенню на великі відстані [31]. Глобальні зміни клімату, включаючи підвищення температури та зміни режиму опадів, розширюють ареал

виду та збільшують тривалість вегетаційного періоду, що додатково підсилює його інвазійну здатність [30, 33–35]. Моделювання поширення виду свідчить про потенціал його подальшої експансії в Європі та Азії, що робить контроль за амброзією стратегічним завданням для аграрної політики та охорони природних екосистем [17, 22, 29].

З метою глибшого розуміння механізмів інвазивності *Ambrosia artemisiifolia* Z. Zeng, H. Huang, H. He, L. Qiu, Q. Gao, Y. Li, W. Ding досліджували алелопатичну дію сполук, що містяться у суцвіттях цієї рослини. За допомогою хроматографічних методів вченими було виділено двадцять сесквітерпеноїдів, чотири з яких виявилися новими (1-4) та були ідентифіковані спектроскопічними методами. Подальша оцінка алелопатичної активності виділених сполук проводилася шляхом тестування їх впливу на ріст проростків пшениці при концентрації 200 мкг/мл. Результати показали, що дев'ять сполук виявляли інгібуючу дію як на ріст коренів, так і пагонів. Особливо виражену пригнічувальну дію на довжину коренів (більш ніж на 50 % порівняно з контролем) продемонстрували сполуки 14, 15, 17 та 20 [36].

З цілої рослини *Ambrosia artemisiifolia* за допомогою методів хроматографії було Z. Liu, N. Zhang, X. Ma, T. Zhang, X. Li, G. Tian, Y. Feng, T. An виділено та ідентифіковано чотири сесквітерпени (1-4), серед яких три виявилися новими (1-2, 4). Структурна ідентифікація сполук здійснювалася за допомогою HR-ESIMS, 1D- та 2D-ЯМР спектроскопії та електронного кругового дихроїзму (ECD). Подальші біологічні тести продемонстрували різний рівень інгібуючої дії всіх виділених сполук на ріст трьох місцевих видів рослин (*Setaria viridis*, *Digitaria sanguinalis*, *Chenopodium album*) та однієї модельної рослини (*Arabidopsis thaliana*), причому сполука 1 виявила найсильніший ефект. Попереднє дослідження механізму дії найбільш активної сполуки 1 за допомогою фарбування FDA/PI дозволило отримати первинні уявлення про її вплив на клітини рослин. Крім того, за допомогою UPLC-MS/MS аналізу було встановлено, що алелопатичні речовини 1-3 вивільняються в навколишнє середовище через кореневі виділення, що розкриває один із важливих шляхів їх потрапляння в ґрунт [23].

Таким чином, екологічні загрози, що виникають через поширення амброзії полиноистої, мають комплексний характер, включаючи деградацію біорізноманіття, зміну структури рослинних угруповань, ризики для здоров'я людей та економічні втрати у сільському господарстві. Врахування цих аспектів є критично важливим для розробки інтегрованих стратегій управління популяціями виду та мінімізації негативних наслідків його інвазії.

Традиційні методи боротьби, такі як механічне скошування, збирання насіння або застосування гербіцидів, часто виявляються недостатньо ефективними. Швидке відновлення популяцій, здатність до утворення «банку насіння» в ґрунті та розвиток резистентності до поширених хімічних препаратів значно обмежують їхню ефективність [13]. Саме тому сучасні підходи орієнтуються на інтегровану боротьбу, яка поєднує агротехнічні, біологічні,

хімічні та екологічно безпечні методи управління [26].

Серед агротехнічних методів особливу увагу приділяють сівоzmінам, щільності посівів культурних рослин та застосуванню конкурентоспроможних видів, здатних пригнічувати ріст амброзії за рахунок обмеження доступу до світла, води та поживних речовин [28]. Такі підходи поєднують економічну ефективність і екологічну безпеку, адже не передбачають використання токсичних речовин і сприяють підтриманню родючості ґрунту.

Хімічні методи контролю залишаються важливим компонентом інтегрованих стратегій, проте їх ефективність значно підвищується при комбінації з агротехнічними заходами та біологічними агентами. Наприклад, застосування гербіцидів у період активного росту бур'яну у поєднанні з щільними посівами культурних рослин дозволяє суттєво зменшити відновлення популяцій і знизити загальне навантаження на екосистему [13, 28]. Одночасно з цим, дослідження показують, що численні популяції амброзії здобули резистентність до основних груп гербіцидів, включаючи інгібітори ацетолактатсинтази (ALS) та гліфосат, що значно ускладнює хімічний контроль виду [2, 13, 24, 25]. Резистентність формується завдяки як генетичній різноманітності, так і численним механізмам адаптації до стресових умов.

Все більшого значення набуває біологічний контроль. Активно досліджуються використання комах-гербіворів [17, 35], методи застосування фітопатогенів та мікробних препаратів, що здатні специфічно пригнічувати ріст амброзії, не впливаючи на культурні рослини та корисні види флори [26]. Біологічні методи боротьби передбачають використання комплексного підходу, що включає введення конкурентних рослинних видів, біоагентів та мікробних препаратів, здатних пригнічувати ріст і розвиток бур'яну. Конкурентні культури створюють щільне рослинне покривало, обмежують доступ світла, води та поживних речовин для амброзії, що значно знижує її життєздатність і продуктивність насіння [26, 28].

Ефективним біологічним контролем є залучення комах-гербіворів, таких як *Ophraella communa*, що живляться листям амброзії та здатні суттєво знижувати її біомасу. Дослідження демонструють, що ці комахи можуть контролювати популяції бур'яну у регіонах, де він є інвазійним, та зменшувати необхідність хімічного втручання [17, 35].

Одним із нестандартних підходів до боротьби з *Ambrosia artemisiifolia* L. є використання ними кліщів *Aceria artemisiifoliae* Vidović & Petanović (Acari: Eriophyoidea). Згідно з дослідженнями P. Tóth, M. Tóthová, N. Andjelković, S. Marinković, T. Cvrković, B. Vidović проведеними в Словаччині протягом 2016–2023 років, цей вид кліщів, що харчується амброзією, був виявлений у західній та східній частинах країни. Це друга реєстрація цього виду у світі, що свідчить про його потенційну здатність до поширення за межами природного ареалу. Однак, залишається нез'ясованим, чи є *Aceria artemisiifoliae* інвазійним видом, як і амброзія, та чи може він ефективно використовуватися як агент біологічного контролю [32].

Канадські дослідники A. Biessy, M. Cadieux, M. Ciotola, F. Mc Duff, B. Soufiane, M. Laforest, M. Filion виділили штаб *Xanthomonas* (позначений як 10-10) з хворої рослини амброзії полинолистої, зібраної в південному Квебеку. Вчені охарактеризували біогербіцидний потенціал цього штабу та визначили, чи може він заражати інші види рослин. Його геном було секвеновано за допомогою технології SMRT PacBio, що дозволило отримати уявлення про філогенетичне розташування цього штабу в межах роду *Xanthomonas*. Хоча цей штаб тісно пов'язаний з *X. pisi*, він представляє новий вид у межах роду *Xanthomonas*. Несподівано виявилось, цей штаб не має системи секреції типу III, яка є основним детермінантом вірулентності у патогенних видів *Xanthomonas*, але має арсенал ферментів, що руйнують клітинну стінку. Додавання органосиліконового сурфактанту Silwet L-77 значно посилило симптоми захворювання, викликані *Xanthomonas* sp. 10-10 на рослинах амброзії полинолистої, вирощених у контрольованих умовах, але рослини залишилися живими [4].

Сучасні наукові дослідження також наголошують на перспективності моніторингу поширення амброзії з використанням геоінформаційних систем, дистанційного зондування Землі та математичного моделювання динаміки популяцій. Це дозволяє прогнозувати інвазію на нових територіях, визначати пріоритетні ділянки для контролю та ефективно розподіляти ресурси [17, 29]. Систематичний моніторинг у поєднанні з прогнозуванням дає змогу розробляти адаптивні стратегії управління, що враховують сезонні коливання, кліматичні умови та специфіку конкретного регіону.

Таким чином, комплексне вивчення біологічних особливостей, екологічних ризиків та сучасних методів контролю амброзії полинолистої дозволяє формувати науково обґрунтовані стратегії управління її популяціями, що поєднують біологічну ефективність, економічну доцільність та екологічну безпеку. Подальші дослідження в цьому напрямі мають зосереджуватися на розробці адаптивних інтегрованих систем контролю, прогнозуванні поширення виду у змінених кліматичних умовах та оцінці довгострокових наслідків його інвазії для біорізноманіття і здоров'я людини.

Висновки

Метою проведеного огляду літературних джерел було систематизувати сучасні наукові підходи до вивчення біологічних механізмів інвазійності *Ambrosia artemisiifolia* L., визначити основні екологічні та агроекономічні наслідки її поширення, а також проаналізувати ефективність і перспективність інноваційних стратегій контролю цього виду. Встановлено, що висока інвазійна здатність амброзії полинолистої зумовлена комплексом адаптивних рис, серед яких швидкий початковий ріст, пластичність до різних типів ґрунтів і кліматичних умов, потужна коренева система, перехресне запилення та виражений гетероморфізм насіння. Такі особливості забезпечують створення тривалих ґрунтових «банків

насіння» та сприяють швидкому відновленню популяцій навіть після агротехнічного або механічного впливу. Значна генетична мінливість виду посилює його здатність до локальної адаптації, що ускладнює боротьбу з ним у різних регіонах.

З'ясовано, що поширення амброзії у Європі та Азії призводить до зниження врожайності культурних рослин, витіснення аборигенних видів і деградації екосистем, а також супроводжується зростанням витрат на хімічний контроль, який ускладнюється формуванням резистентності популяцій. Це підкреслює необхідність інтегрованого управління бур'яном, що поєднує агротехнічні, біологічні, хімічні та екологічно безпечні методи.

Визначено, що перспективним напрямом є застосування геоінформаційних систем, методів дистанційного зондування та математичного моделювання для моніторингу поширення *A. artemisiifolia* та прогнозування її інвазійної динаміки в умовах кліматичних змін.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення адаптивних інтегрованих систем контролю амброзії, оцінку довгострокових наслідків її інвазії для біорізноманіття та здоров'я людини,

Перспективи подальших досліджень передбачають не лише вдосконалення систем моніторингу поширення амброзії за допомогою сучасних геоінформаційних технологій та методів дистанційного зондування Землі, але й прогнозування динаміки інвазії. Це дозволить формувати інтегровані стратегії управління бур'яном на локальному, регіональному та глобальному рівнях, зменшити негативний вплив виду на сільське господарство та здоров'я населення, сприятиме збереженню біорізноманіття а також зробить екологічно орієнтованих моделей сталого землекористування, що поєднують економічну ефективність і природоохоронні пріоритети.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Agnew, M., Banic, I., Lake, I. R., Goodess, C., Grossi, C. M., Jones, N. R., Plavec, D., Epstein, M., & Turkalj, M. (2018). Modifiable risk factors for common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) allergy and disease in children: a case-control study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15 (7), 1339. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071339>
2. Bae, J., Nurse, R. E., Simard, M.-J., & Page, E. R. (2016). Managing glyphosate-resistant common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*): effect of glyphosate-phenoxy tank mixes on growth, fecundity, and seed viability. *Weed Science*, 65 (1), 31–40. <https://doi.org/10.1614/ws-d-16-00094.1>
3. Beam, S. C., Mirsky, S., Cahoon, C., Haak, D., & Flessner, M. (2019). Harvest weed seed control of Italian ryegrass [*Lolium perenne* L. ssp. *multiflorum* (Lam.) Husnot], common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.), and Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Watson). *Weed Technology*, 33 (4), 627–632. <https://doi.org/10.1017/wet.2019.46>

4. Biessy, A., Cadieux, M., Ciotola, M., McDuff, F., Soufiane, B., Laforest, M., & Filion, M. (2024). Characterization of a plant-pathogenic T3SS-lacking *Xanthomonas* strain isolated from common ragweed. *Plant Pathology*, 74 (2), 308–319. <https://doi.org/10.1111/ppa.14020>
5. Cahilljr, J. F., & Casper, B. B. (1999). Growth consequences of soil nutrient heterogeneity for two old-field herbs, *Ambrosia artemisiifolia* and *Phytolacca americana*, grown individually and in combination. *Annals of Botany*, 83 (4), 471–478. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.0841>
6. Case, M. J., & Stinson, K. A. (2018). Climate change impacts on the distribution of the allergenic plant, common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in the eastern United States. *PLOS ONE*, 13 (10), e0205677. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205677>
7. Chekanova, A. I., Perepelytsia, L. O., & Ikonnikova, Yu. V. (2024) Roslynny-alerheny v urbanoflori selyshcha Novohuivynske. *XV Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia «Biologichni doslidzhennia – 2024»*, 8-9 zhovtnia 2024 r. (pp. 18–20). Zhytomyr [in Ukrainian]
8. D'Amato, G., & D'Amato, M. (2023). Climate change, air pollution and respiratory health. *Climate Change and Human Health Scenarios*, 213–227. https://doi.org/10.1007/978-3-031-38878-1_14
9. Dinelli, G., Marotti, I., Catizone, P., Bosi, S., Tanveer, A., Abbas, R., & Pavlovic, D. (2013). Germination ecology of *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Ambrosia trifida* L. biotypes suspected of glyphosate resistance. *Open Life Sciences*, 8 (3), 286–296. <https://doi.org/10.2478/s11535-013-0135-z>
10. Fogliatto, S., Milan, M., De Palo, F., & Vidotto, F. (2019). The effect of various after-ripening temperature regimens on the germination behaviour of *Ambrosia artemisiifolia*. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 154 (2), 165–172. <https://doi.org/10.1080/11263504.2019.1578282>
11. Friedman, J., & Barrett, S. C. H. (2008). High outcrossing in the annual colonizing species *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae). *Annals of Botany*, 101 (9), 1303–1309. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn039>
12. Fumanal, B., Chauvel, B., Sabatier, A., & Bretagnolle, F. (2007). Variability and cryptic heteromorphism of *Ambrosia artemisiifolia* seeds: what consequences for its invasion in France? *Annals of Botany*, 100 (2), 305–313. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm108>
13. Ganie, Z., Jugulam, M., Varanasi, V., & Jhala, A. J. (2017). Investigating mechanism of glyphosate resistance in a common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) biotype from Nebraska. *Canadian Journal of Plant Science*, 97 (6), 1140–1151. <https://doi.org/10.1139/cjps-2017-0036>
14. Gentili, R., Asero, R., Caronni, S., Guarino, M., Montagnani, C., Mistrello, G., & Citterio, S. (2019). *Ambrosia artemisiifolia* L. temperature-responsive traits influencing the prevalence and severity of pollinosis: a study in controlled conditions. *BMC Plant Biology*, 19 (1), 155. <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1762-6>
15. Hämälä, T., Gorton, A. J., Moeller, D. A., & Tiffin, P. (2020). Pleiotropy facilitates local adaptation to distant optima in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *PLOS Genetics*, 16 (3), e1008707. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1008707>
16. Havryliuk, O., Hovorukha, V., Gladka, G., Tymoshenko, A., Kyrlov, S., Shablii, O., Bida, I., Mariychuk, R., & Tashyrev, O. (2023). A noxious weed *Ambrosia artemisiifolia* L. (Ragweed) as sustainable feedstock for methane production and metals immobilization. *Sustainability*, 15 (8), 6696. <https://doi.org/10.3390/su15086696>
17. Iannella, M., De Simone, W., D'Alessandro, P., Console, G., & Biondi, M. (2019). Investigating the current and future co-occurrence of *Ambrosia artemisiifolia* and *Ophraella communis* in Europe through ecological modelling and remote sensing data analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (18), 3416. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183416>
18. Ivashchenko, O. O. (2014). Ambrosiia polynolysta *Ambrosia artemisiifolia* L.: reaktsiia yii roslin na stresy riznoi pryrody. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 6, 5–7. [in Ukrainian]
19. Ivchenko, V. M. (2018). Biologichni osoblyvosti ambrosiï polynolystnoi (*Ambrosia artemisiifolia* L.) ta optymizatsiia yii kontroliuvannia v posivakh horokhu v Livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. *Candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian]
20. Katz, D. S. W., & Batterman, S. A. (2019). Allergenic pollen production across a large city for common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Landscape and Urban Planning*, 190, 103615. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103615>
21. Khromykh, N. O., & Matiukha, V. L. (2010). Ekologo-biologichni osoblyvosti ambrosiï polynolystoi yak peredumova rozshyrennia arealu ta stiikosti do antropohennykh chynnykiv. *Ekologichnyi Visnyk*, 2, 10–11. [in Ukrainian]
22. Kong, L., Chen, X., Yeger, E. H., Li, Q., Chen, F., Xu, H., & Zhang, F. (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance the growth of the exotic species *Ambrosia artemisiifolia*. *Journal of Plant Ecology*, 15 (3), 581–595. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtab087>
23. Liu, Z., Zhang, N., Ma, X., Zhang, T., Li, X., Tian, G., Feng, Y., & An, T. (2022). Sesquiterpenes from *Ambrosia artemisiifolia* and their allelopathy. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.996498>
24. Loubet, I., Meyer, L., Michel, S., Pernin, F., Carrère, S., Barrès, B., Le Corre, V., & Délye, C. (2023). A high diversity of non-target site resistance mechanisms to acetolactate-synthase (ALS) inhibiting herbicides has evolved within and among field populations of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *BMC Plant Biology*, 23 (1). <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04524-0>
25. MacDonald, A. A. M., & Kotanen, P. M. (2010). Leaf damage has weak effects on growth and fecundity of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Botany*, 88 (2), 158–164. <https://doi.org/10.1139/b09-110>
26. Molinaro, F., Monterumici, C. M., Ferrero, A., Tabasso, S., & Negre, M. (2016). Bioherbicidal activity of a germacranolide sesquiterpene dilactone from *Ambrosia artemisiifolia* L. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 51 (12), 847–852. <https://doi.org/10.1080/03601234.2016.1208466>
27. Neilyk, M. M., & Tsytsiura, Ya. H. (2020). *Ambrosiia polynolysta* (*Ambrosia artemisiifolia* L.): systematyka, biologii, adaptyvnyi potentsial ta stratehiia kontroliu. Vinnytsia: Druk plus [in Ukrainian]
28. Onipko, V. V. (2016). Fitotsenotychna efektyvnist pry nichennia posivamy kulturnykh roslin yak faktor biologichnoi borotby z *Ambrosia artemisiifolia* L. (Asteraceae). *Biologii ta Ekologii*, 2 (1), 31–37. [in Ukrainian]
29. Putra, A. R., Hodgins, K. A., & Fournier-Level, A. (2023). Assessing the invasive potential of different source populations of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) through genomically informed species distribution modelling. *Evolutionary Applications*, 17 (1), 266–273. <https://doi.org/10.1111/eva.13632>
30. Rusyn, O. Yu., & Popovych, L. O. (2025). Zelenyi ahresor – ambrosiia polynolysta v umovakh Mukachivskoho raionu. *Suchasna humanitarna nauka v interpretatsii molodykh doslidnykiv: zbirnyk materialiv uchasnykiv vseukrainskoi studentsko-uchnivskoi naukovo-praktychnoi onlain-konferentsii. (10 kvitnia 2025 r.)*. (p. 232). Kyiv: NUBIP Ukrainy [in Ukrainian]
31. Sun, Y., & Roderick, G. K. (2019). Rapid evolution of invasive traits facilitates the invasion of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*. *Journal of Ecology*, 107 (6), 2673–2687. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13198>
32. Tóth, P., Tóthová, M., Andjelković, N., Marinković, S., Cvrković, T., & Vidović, B. (2024). *Aceria artemisiifoliae* Vidović & Petanović (Acari: Eriophyoidea) on common ragweed - the second record in the world. *Plant Protection Science*, 60 (2), 207–211. <https://doi.org/10.17221/13/2024-pps>
33. Tymofieiev, M. M., Dzhalai, V. I., & Zarudniak, I. M. (2012). Ambrosiia polynolysta: rozpovsiudzhennia ta modeliuвання fitotsenotychnoho kontroliu. *Zbalansovane Pryrodokorystuvannia*, 2, 58–61. [in Ukrainian]
34. Vasiliev, B., & Kulyk, H. (2023). Shkodochynnist ambrosiï polynolystoi v umovakh kirovohrads'koi oblasti. *Zbirnyk tez dopovidei zdobuvachiv vysshchoi osvity LVII naukovo-tekhnichnoi konferentsii, LIV naukovo-tekhnichnoi konferentsii vykladachiv, aspirantiv ta spivrobitykiv «Nauka v TsNTU: osnovni dosiahnennia ta perspektivy rozvytku» za pidsumkamy provedennia «Dnia nauky – 2023» 20 kvitnia 2023 roku*. (pp. 129–132). Kropyvnytskyi: TsNTU [in Ukrainian]

35. Zapolovskyi, S. A. (2015). Ambroziia polynolysta-dynamika poshyrennia ta ekolohichno bezpechni metody kontroliu na terytorii Zhytomyrskoi oblasti. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 5, 18–20. [in Ukrainian]
36. Zeng, Z., Huang, H., He, H., Qiu, L., Gao, Q., Li, Y., & Ding, W. (2022). Sesquiterpenoids from the Inflorescence of *Ambrosia artemisiifolia*. *Molecules*, 27 (18), 5915. <https://doi.org/10.3390/molecules27185915>

ORCID

V. Onipko  <https://orcid.org/0000-0002-2260-971X>
 S. Pospelov  <https://orcid.org/0000-0003-0433-2996>
 H. Pospelova  <https://orcid.org/0000-0002-8030-1166>
 N. Kovalenko  <https://orcid.org/0000-0001-5998-1745>



2025 by the author(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.

Emerald ash borer (*Agrilus planipennis*) as a potentially dangerous quarantine pest of Ukraine's dendroflora

N. Kovalenko¹ | G. Pospelova¹ | V. Pysarenko¹ | I. Hibolenko²

Article info

Correspondence Author

G. Pospelova

E-mail:

ganna.pospelova@pdaa.edu.ua

¹ Poltava State Agrarian

University,

Skovoroda Str., 1/3,

Poltava, 36000, Ukraine

² State organization

"Poltava phytosanitary testing

laboratory SSUFSCP",

10 b, Zayachyy lane, Poltava,

36009, Ukraine

Citation: Kovalenko, N., Pospelova, G., Pysarenko, V., & Hibolenko, I. (2025). Emerald ash borer (*Agrilus planipennis*) as a potentially dangerous quarantine pest of Ukraine's dendroflora. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 85–90. doi: 10.31210/spi2025.28.03.14

The aim of this review is to consolidate current knowledge on the biology and distribution of the emerald ash borer (*Agrilus planipennis*), assess its impact on ash species, and analyze the expansion of this quarantine phytophagous pest's range in Ukraine. The spread of invasive insects is one of the most pressing challenges in modern forestry, as it leads to biodiversity loss, reduced stability, and decreased productivity of forest stands. The emerald ash borer (*Agrilus planipennis* Fairmaire) is considered particularly dangerous due to its rapid colonization of new territories and severe damage to ash plantations. To minimize risks and prevent large-scale outbreaks, a set of preventive measures has been developed, focusing on early detection and containment of the pest. A key element of this strategy is the identification of infested areas and the implementation of systematic population monitoring. For this purpose, colored (purple, green) and pheromone traps are used, installed at well-lit forest edges at a density of one trap per 5 hectares before the expected flight of adults. Infestation diagnosis is carried out by removing bark to detect larval galleries, which allows timely confirmation of colonization. Affected trees should be promptly removed through selective or clear sanitary fellings during the autumn–winter period, followed by wood disposal. Preventive measures also include temporary restriction of large-scale ash plantations and the establishment of optimally dense stands, which enhances ecosystem resilience. An important component of biological control is the preservation and attraction of entomophagous species, particularly insectivorous birds such as woodpeckers, which effectively prey on larvae and pupae during overwintering. In regions where *A. planipennis* has not yet been detected, monitoring surveys are conducted to identify new invasions and assess potential risks of expansion. The findings have practical significance for improving monitoring systems and preventive strategies against hazardous pests, preserving biodiversity, and ensuring the ecological stability of forest ecosystems.

Keywords: *Agrilus planipennis*, invasive phytophagous species, monitoring, prevention of quarantine pest spread, phytosanitary safety.

Ясенева смарагдова вузькотіла златка (*Agrilus planipennis*) як потенційно небезпечний карантинний шкідник дендрофлори України

Н. П. Коваленко¹ | Г. Д. Поспелова¹ | В. М. Писаренко¹ | І. В. Гіболенко²

¹ Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

² Державна установа «Полтавська фітосанітарна випробувальна лабораторія Держпродспоживслужби», м. Полтава, Україна

Мета проведеного огляду – узагальнити відомості щодо біології, поширення ясеневі смарагдової вузькотілої златки, її впливу на види ясенів; проаналізувати розширення ареалу карантинного фітофага в Україні. Поширення інвазійних комах є однією з найбільш актуальних проблем сучасного лісового господарства, адже воно призводить до втрати біорізноманіття, зниження стійкості та продуктивності насаджень. Особливо небезпечним вважається смарагдова ясенева златка (*Agrilus planipennis* Fairmaire), яка швидко освоює нові території, завдаючи значних збитків насадженням ясеня. Для мінімізації ризиків та недопущення масового поширення шкідника розроблено комплекс профілактичних заходів, спрямованих на раннє виявлення і стримування інвазії. Одним із ключових напрямів є встановлення меж осередків поширення та регулярний моніторинг популяцій. З цією метою використовують кольорові (фіолетові, зелені) та феромонні пастки, які розміщують на добре освітлених узліссях із розрахунку одна пастка на 5 га перед початком льоту імаго. Діагностика ураження здійснюється шляхом видалення кори для виявлення личинкових ходів, що дозволяє оперативно встановити факт заселення. Уражені дерева рекомендується своєчасно вилучати під час вибіркового або суцільного санітарного рубку у зимово-осінній період із подальшою утилізацією деревини. Ефективним доповненням до системи захисту є тимчасове обмеження масштабних посадок ясеня та створення насаджень з оптимальною зімкненістю, що підвищує їхню стійкість. Важливим елементом біологічного контролю є сприяння збереженню та привабленню ентомофагів, зокрема комахоїдних птахів, передусім дятлів, які знищують личинок і лялечок під час зимівлі. У регіонах, де ще не зафіксовано наявності *A. planipennis*, основну увагу приділяють регулярним обстеженням для своєчасного виявлення нових інвазій та прогнозування потенційних ризиків їх поширення. Отримані результати мають практичне значення для удосконалення системи моніторингу та профілактики небезпечних шкідників, забезпечення збереження біорізноманіття та підвищення екологічної стабільності лісових екосистем.

Ключові слова: *Agrilus planipennis*, інвазійні види фітофагів, моніторинг, профілактика поширення карантинного шкідника, фітосанітарна безпека.

Бібліографічний опис для цитування: Коваленко Н. П., Поспелова Г. Д., Писаренко В. М., Гіболенко І. В. Ясеневі смарагдова вузькотіла златка (*Agrilus planipennis*) як потенційно небезпечний карантинний шкідник дендрофлори України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 85–90.

Погіршення фітосанітарного стану багатьох видів деревних та чагарникових рослин пов'язане з низкою абіотичних, біотичних та антропогенних факторів, що призводять до зниження стійкості, зокрема до колонізації фітофагами та фітопатогенами [10, 13, 15, 24].

Біологічні інвазії стають суттєвою екологічною проблемою [21]. Інвазійні види комах поширюються з посадковим матеріалом (здебільшого – з крупно-мірними саджанцями), з транспортом, з вантажами нерослинного походження, самостійними перельотами та за допомогою вітру [10]. Україна стала в останні десятиліття реципієнтом для деяких нових видів шкідників рослин, значна частина яких завдає суттєвих збитків [20, 23, 26]. У зелені насадження та агроценози України вже проникли самшитова вогнівка *Cydalima perspectalis* Walker, 1859, коричнево-мармуровий клоп *Halyomorpha halys* Stål, 1855, кипарисова райдужна златка *Lamprodila (Palmar) festiva* (L.), охридський мінер *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić, 1986. Серед них найбільшу загрозу становлять мешканці стовбурів дерев (флоемо- і ксилофаги) [23, 25–27]. Тому питання динаміки розширення ареалів інвазійних видів шкідників наразі стоїть особливо гостро.

Яскравим прикладом інвазійних видів комах слугує ясеневу смарагдова вузькотіла златка (*Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888, ряд *Coleoptera*, родина *Buprestidae*, підрід *Uragrilus*), яка у 80–90-х роках ХХ ст. різко розширила свій ареал [7]. Це найбільш небезпечний шкідник (монофаг) ясеня в світі [29], що є прикладом комах-інвайдера, здатної знищувати лісові масиви. Спочатку вид вважався східно-азіатським, оскільки його батьківщиною були ліси Кореї, північного сходу Китаю, північ Японії, Монголія, Далекий Схід росії [7, 28, 30].

Нині *Agrilus planipennis* Fairmaire лідирує серед шкідників лісу Північної Америки: пошкоджує ясені (*Fraxinus* L.) у 36 штатах США та у 6 провінціях

Канади, завдаючи щорічних збитків лише в США на суму понад 1,3 млрд. доларів [6]. Основна популяція знаходиться в Мічигані та навколишніх штатах і провінціях [1, 7].

Вид стрімко поширює свій ареал із росії на захід до Європейського Союзу зі швидкістю 40 км за рік. Активне розповсюдження фітофагу територією України може призвести до наслідків подібних ураженню в'язів голландською хворобою (*Graphium ulmi* Schwarz.) [9], а в поєднанні з інвазійним грибом (*Hymenoscyphus fraxineus* Baral et al. 2014), який зафіксований в Україні ще з 2010 року, може становити реальну загрозу повного зникнення ясеня, однієї із цінних лісових порід.

Вперше виявляти ясеневу смарагдову вузькотілу златку почали на сході України (Луганська область) з вересня 2019 р. [4]. Пошкодження шкідником фіксувалися на ясені пенсильванському (*Fraxinus pensylvanica*) на території загально-зоологічного заказника місцевого значення «Герасківський», Марківського лісництва ДП «Біловодське лісомисливське господарство». Вогнищеве ураження фітофагом, зафіксоване на відстані близько 5 км від державного кордону з росією, свідчить про потрапляння шкідника саме звідти. Вчені пов'язують проникнення *Agrilus planipennis* із завезенням з Канади та Північної Америки садивного матеріалу ясеня пенсильванського [1, 7, 14].

За даними Держпродспоживслужби України ареал даного інвайдера у цьому році розширився і на територію Харківщини. Проте військові дії позбавляють можливості проведення повноцінного обліку карантинного виду в даному регіоні.

На 2024 рік на території України вид відмічений у трьох областях та у місті Київ [27]. В **таблиці 1** наведено динаміку поширення фітофага територією нашої країни.

Таблиця 1

Поширеність *Agrilus planipennis* Fairmaire в Україні

Область	Район	Рік виявлення	Площа карантинного режиму, га
Луганська	Марківський	16.09.2019	5
	Марківський	26.11.2019	13,3
	Троїцький, Білокуракинський, Новопсковський	11.06.2020	233,9
	Троїцький, Білокуракинський, Новопсковський, Сватівський	23.09.2020	289,6
	Сватівського, Старобільського, Северодонецького та Щастинського	16.11.2021	986,75
Харківська	Старобільський	12.01.2022	4,99
	Куп'янський	17.09.2021	37,47
	Куп'янський	16.11.2021	37,8 56
	Куп'янський	09.02.2022	1,7
	Солом'янський (м. Київ)	10.10.2023	27,12
Київська	Оболонський (м. Київ, іхтіологічно-ботанічний ландшафтний заказник місцевого значення «Озеро Вербне»)	02.07.2024	31
	м. Київ (проспект Степана Бандери, 26В-28; вулиця Йорданська, 26; проспект Володимира Івасюка, 65)	03.07.2024	2,95
	м. Київ (пр. Петра Григоренка, 36-38; вул. Ревуцького, 42-46; парк «Партизанської слави»; ботанічний сад НУБіП України; Голосіївський парк ім. М. Т. Рильського; парк відпочинку по вул. Теремківській, 2А-6; сквер по вул. Івана Федорова; сквер по вул. Єжи Гедройця; сквер № 1-3 на Контрактовій площі; парк культури та відпочинку «Куренівський парк»)	11.07.2024	305,61
	м Київ	31.07.2024	83 600
	Бучанський	02.06.2025	255 700

Джерело: [27].

Вид *Agrilus planipennis* Fairmaire включено до Переліку регульованих шкідливих організмів, який затверджено наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 29.11.2006 року № 716 [22].

З 2013 р. ясеневу смарагдову вузькотілу златку внесено до списку А2 Європейської та Середземноморської організації з карантину рослин (ЄОЗР) (обмежено поширені карантинні організми), а з 2016 р. – до Єдиного переліку карантинних об'єктів Євразійського економічного союзу як обмежено поширений вид на його території. Також включений до Додатку II-А Регламенту ЄС 2019/2072 (список відсутніх в ЄС карантинних організмів рослин) та списків карантинних організмів інших країн, зокрема таких як Норвегія, Грузія, Швейцарія, Туреччина, Великобританія, Канада, Казахстан, Марокко [5].

Хоча станом на 2019 рік вид не зареєстрований в країнах Європейського Союзу, зважаючи на потепління клімату, наявність кормової бази та темпи його поширення у східній частині Європи, варто очікувати, що інвазія фітофага досягне центральної в період 2031-2036 рр. [15, 19].

Для оцінки ступеня фітосанітарного ризику інвазії шкідника на територію Центральної та Західної Європи важливим є визначення кормової бази *A. planipennis*. У Північно-Східній Азії златка є вторинним споживачем відмираючих екземплярів східно-азіатських ясенів *F. chinensis* Roxb. та *F. mandshurica* Rupr. [1]. Здорові дерева цих видів стійкі до шкідника. У Північній Америці стійких до златки видів ясенів не знайдено. Найбільше уражаються даним фітофагом місцеві види – *Fraxinus pennsylvanica* March., *F. americana* L., *F. nigra* March. та *F. quadrangulata* Michx. Істотно страждають *F. profunda* (Bush) Bush та *F. velutina* Torr. Крім того, дуже сприйнятливими до златки виявилися *F. anomala* Torr. ex S.Wats., *F. caroliniana* Mill. та *F. latifolia* Benth. [14]. Було відмічено пошкодження ясеневу смарагдовою вузькотілою златкою декоративної рослини – сніговець (хіонатус) віргінський (*Chionanthus virginicus*). Цей вид не є типовою кормовою рослиною для даного виду, можливо пошкодженню сприяло ослаблення рослин через посуху. Відмічено спорадичні ураження маслини європейської (*Olea europaea* L.) та представників роду в'яз (*Ulmus*) [9].

У Європі домінуючим видом ясеня вважається *F. excelsior*, що виявляє помірну чутливість до пошкодження даним інвазійним видом. Стійкість рослини залежить від хімічного складу продуків метаболізму летких речовин і здатності личинок до детоксикації фенольних сполук [14].

В Україні зростає 9 видів роду *Fraxinus*. Серед них найбільше знищуються *Agrilus planipennis* Fairmaire інтродуковані види американських ясенів, які використовуються для озеленення. Ясен пенсільванський (*F. pennsylvanica*) домінує в парках, гаях, лісосмугах та у лісах України, добре витримує посушливі умови. Також поширеними є ясен американський (*F. americana*), ясен вузьколистий (*F. angustifolia*), ясен високий (*F. excelsior*), ясен білоцвітий (*F. ornus*),

ясен ланцетний (зелений) (*F. lanceolata*) та ясен гостроплудий (*F. oxycarpa*) [12, 13].

Біологічні особливості ясеневу смарагдовою вузькотілою златки детально вивчені на її батьківщині [28] та у місцях інтродукції – США [2].

Однією з відмінностей цих комах є спроможність розвиватися від яйця до імаго за один або два роки [20]. Для імаго характерне смарагдово-зелене із золотистим, бронзоватим або фіолетовим забарвленням, комаха довжиною 7,5–15,0 мм і шириною до 3 мм (рис. 1 а). Яйця овальні, 1 × 0,6 мм. Довжина личинок до 3 см (рис. 1 б). В кінці квітня та протягом травня відмічається заляльковування. Жуки нового покоління формують вихідний канал до двох тижнів, при цьому льотний отвір нагадує латинську D (рис. 2 б), що є характерним для комах роду *Agrilus* [11].



а



б

Рис. 1. Стадії розвитку *Agrilus planipennis*:

а) імаго; б) личинка

Джерело: [11].

Літ жуків триває з середини травня до кінця літа, їх живлення відбувається листям дерев. Активність комах зростає у теплу погоду і може тривати з 6 до 20 години. Більшість особин, що вилітають з одного джерела, поширюються не більше ніж на 500 м, а деякі – до 1 км. Зі зниженням температури навколишнього середовища та в нічні години вони ховаються в тріщинах кори.

Тривалість життя самців не перевищує 14, а самок – 20 діб. Відкладання яєць відбувається в перші літні місяці, розміщуються вони на поверхні та в тріщинах

кори купками до 10 шт. (в середньому 70–90 шт.). Зовні яйцекладка захищена щитком (2–3,5 мм товщиною), утвореним виділеннями статевих залоз самок. Ембріональний розвиток личинок триває 7–10 днів. Після відродження вони забурюються в кору і досягають лубу, яким живляться протягом літа [6, 8, 22].

Відомо, що основної шкоди завдають саме личинки шкідника, які живляться у флоемі та камбії стовбурів, формуючи оперізуючі ходи (рис. 2 а). Подібні ушкодження призводять до порушення транспорту поживних речовин і, як наслідок, усихання спочатку окремих гілок, а потім і дерев цілком [28].



а



б

Рис. 2. Характерні пошкодження деревини:
а) личинками; б) імаго (льотний отвір)
Джерело: [11].

Зовнішні симптоми пошкодження тривалий час можуть бути непомітними, оскільки заселення дерев починається з крони. Перші ознаки заселення – розрідження крони, її усихання згори донизу, коренева поросль, тріщини кори, пожовтіння і зрідження листків – мають дуже загальний характер і можуть бути пояснені іншими причинами. Це ускладнює ідентифікацію шкідника. Більш характерними ознаками є дуже вигнуті личинкові ходи під відставшою корою, які розширюються зі зростанням личинки. Зимують личинки старшого віку в лялечкових камерах у заболоні чи корі. Явне відмирання дерев зазвичай спостерігається на 4–5-й роки після заселення, тобто коли щільність популяції шкідника під корою вже висока [14, 25].

Враховуючи значну небезпеку, яку створює розширення ареалу карантинного шкідника – ясеневі смарагдової вузькотілої златки, актуальним є

запровадження превентивних заходів щодо її обмеження в Україні.

Основними профілактичними заходами є встановлення меж осередків поширення шкідника та організація систематичного моніторингу його чисельності, зокрема із використанням кольорових (фіолетові, зелені) та феромонних пасток (1 пастка на 5 га), які розміщують на добре освітлених ділянках узлісся перед початком льоту імаго. Уражені насадження своєчасно видаляють шляхом проведення вибіркового або суцільного санітарних рубок у зимово-осінній період із подальшою утилізацією деревини. Додатково рекомендується тимчасово обмежувати створення великих масивів ясеня та формувати насадження з оптимальною зімкненістю. Важливо також сприяти збереженню та привабленню ентомофагів, зокрема комахоїдних птахів (насамперед дятлів), які активно знищують личинок і лялечок під час їх зимівлі.

У районах, де ще не виявлено *Agrilus planipennis* Fairmaire, обстеження проводять з метою моніторингу нових інвазій [3, 6].

Рекомендовано використовувати ловильні пояси для спостереження за щільністю популяції *Agrilus planipennis* Fairmaire. Такі пастки приваблюють самок для відкладання яєць навесні; восени дерева очищають від кори з метою виявлення личинок. На території, де було виявлено шкідника, запроваджується карантинний режим. В подальшому застосовуються фітосанітарні заходи щодо локалізації та знищення регульованого об'єкта.

Висновки

Узагальнено відомості щодо біології, поширення ясеневі смарагдової вузькотілої златки, її впливу на види ясенів; проаналізовано розширення ареалу карантинного фітофага в Україні.

Погіршення фітосанітарного стану деревних і чагарникових рослин в Україні значною мірою пов'язане з поширенням інвазійних видів комах, серед яких особливу загрозу становлять філо- та ксилофаги.

Встановлено, що перші осередки *A. planipennis* в Україні з'явилися у 2019 р., а подальше розширення ареалу свідчить про закономірності активної інвазії з тенденцією до швидкого поширення.

Відмічено, що біологічні особливості шкідника (висока адаптивність, здатність до швидкого розселення, пошкодження дерев із латентним розвитком симптомів) ускладнюють його виявлення на ранніх етапах інвазії та контроль чисельності популяції.

Отримані результати свідчать про необхідність систематичного моніторингу та розробку комплексної стратегії контролю ясеневі смарагдової вузькотілої златки в умовах України.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження мають бути спрямовані на фітосанітарний моніторинг златки в парках і лісосуходах Полтавської області з метою вчасного виявлення осередків карантинного фітофага.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Anulewicz, A. C., McCullough, D. G., Cappaert, D. L., & Poland, T. M. (2008). Host range of the emerald ash borer (*Agrilus planipennis* Fairmaire) (Coleoptera: Buprestidae) in North America: results of multiple-choice field experiments. *Environmental Entomology*, 37 (1), 230–241. [https://doi.org/10.1603/0046-225X\(2008\)37\[230:hrotea\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1603/0046-225X(2008)37[230:hrotea]2.0.co;2)
2. Cappaert, D., McCullough, D. G., Poland, T. M., & Siegert, N. W. (2005). Emerald ash borer in North America: a research and regulatory challenge. *American Entomologist*, 51 (3), 152–165. <https://doi.org/10.1093/ae/51.3.152>
3. Crook, D. J., Khirman, A., Cossé, A., Fraser, I., & Mastro, V. C. (2012). Influence of trap color and host volatiles on capture of the emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of Economic Entomology*, 105 (2), 429–437. <https://doi.org/10.1603/ec11204>
4. Drogvalenko, A. N., Orlova-Bienkowskaja, M. J., & Bienkowski, A. O. (2019). Record of the emerald ash borer (*Agrilus planipennis*) in Ukraine is confirmed. *Insects*, 10 (10), 338. <https://doi.org/10.3390/insects10100338>
5. Pest risk analysis for *Agrilus planipennis*. (2013). EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2013. Retrieved from: http://www.eppo.org/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRA_documents
6. Haack, R. A., Baranchikov, Yu., Bauer, L. S., & Poland, T. M. (2014). Emerald ash borer biology and invasion history. In: R. Van Driesche, J. Duan, K. Abell, L. Bauer, J. Gould (Eds). *Biology and Control of Emerald Ash Borer* (pp. 1–13). U.S.: Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team
7. Herms, D. A., & McCullough, D. G. (2014). Emerald ash borer invasion of North America: history, biology, ecology, impacts, and management. *Annual Review of Entomology*, 59 (1), 13–30. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011613-162051>
8. Kucheryavenko, T. V., Skrylnik, Yu. Ye., Davydenko, K. V., Zinchenko, O. V., & Meshkova, V. L. (2020). The first data on the biological characteristics of *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) in Ukraine. *Ukrainian Entomological Journal*, 18 (1–2), 58–66. <https://doi.org/10.15421/282008>
9. Kuznetsova, O. A., Turenko, V. P., Tovstukha, O. V., & Davydenko, K. V. (2023). Pest and disease incidence of *Ulmus* sp. in forest shelter belts along the Kyiv–Kharkiv highway. *Forestry and Forest Melioration*, 143, 102–111. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.102>
10. Linnakoski, R., Kasanen, R., Dounavi, A., & Forbes, K. M. (2019). Editorial: forest health under climate change: effects on tree resilience, and pest and pathogen dynamics. *Frontiers in Plant Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.011157>
11. Liu, H., Bauer, L. S., Miller, D. L., Zhao, T., Gao, R., Song, L., Luan, Q., Jin, R., & Gao, C. (2007). Seasonal abundance of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) and its natural enemies *Oobius agrili* (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Tetrastichus planipennisi* (Hymenoptera: Eulophidae) in China. *Biological Control*, 42 (1), 61–71. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.03.011>
12. Matsikh, I. (2019). Invasion of emerald ash borer *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae): the tactic of actions. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 45, 65–90. <https://doi.org/10.36930/42194510>
13. Matsikh, I. P., & Kramarets', V. O. (2014). Vsykhanja yasena zvychainoho (*Fraxinus excelsior* L.) na zakhodi Ukrainy. *Naukovyi Visnyk NLTU Ukrainy*, 24 (7), 67–74. [in Ukrainian]
14. MacFarlane, D. W., & Meyer, S. P. (2005). Characteristics and distribution of potential ash tree hosts for emerald ash borer. *Forest Ecology and Management*, 213 (1–3), 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.03.013>
15. Meshkova, V. L., Pyvovar, T. S., & Tovstukha, O. V. (2019). Health condition parameters for deciduous trees in the forest stands of Trostyanetske Forest Enterprise. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 18, 129–137. <https://doi.org/10.15421/411913>
16. Mieshkova, V. L., Hamaiunova, S. H., Novak, L. V., Kukina, O. M., Skrylnyk, Yu. Ye., Sokolova, I. M., Nazarenko, S. V., Kolienkina, M. S., Haliv, H. M., Kucheriavenko, V. I., Davydenko, K. V., Chudak, V. V., & Malitskyi, I. V. (2010). *Metodychni rekomendatsii shchodo obstezhennia osередkiv stovburovykh shkidnykiv lisu*. Kharkiv: UkrNDILHA [in Ukrainian]
17. Borzykh, O. I., Fedorenko, A. V., Neverovska, T. M., Dolia, M. M., Sykalo, O. O., Chelombitko, A. F., Chaikovskiy, V. M., Kalashnikov, V. B., Stefkivskiy, V. M., Khodorchuk, V. Ya., Orlova, O. M., Sydorchuk, O. V., & Chekan, K. V. (2019). *Metodychni rekomendatsii shchodo zastosuvannia feromonnykh pastok dlia vyvialennia rehlivovanykh ta shkidlyvykh orhanizmiv*. (2019). Kyiv: Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv [in Ukrainian]
18. Mieshkova, V. L. (Red.). (2020). *Metodychni vkazivky z nahliadu, obliku ta prohnovuvannia poshyrennia shkidnykiv i khvorob lisu dlia rivnyynoi chastyny Ukrainy*. Kharkiv: TOV Planeta-Print [in Ukrainian]
19. Mieshkova, V. L., & Borysova, V. L. (2017). Prychyny poshkodzhennia yasena zvychainoho na postiynnykh probnykh diliankakh u Kharkivskii oblasti. *Lisivnytstvo ta Lisomelioratsiia*, 131, 179–186. [in Ukrainian]
20. Orlova-Bienkowskaja, M. J., & Volkovitsh, M. G. (2017). Are native ranges of the most destructive invasive pests well known? A case study of the native range of the emerald ash borer, *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae). *Biological Invasions*, 20 (5), 1275–1286. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1626-7>
21. Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E., Russel, L., Zern, J., Aquino, T. & Tsomondo, T. (2001). Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 84 (1), 1–20.
22. Pro zatverdzhennia Pereliku rehlivovanykh shkidlyvykh orhanizmiv. Nakaz Ministerstva Ahramoi Polityky Ukrainy № 716 vid 29.11.2006. *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1300-06#Text> [in Ukrainian]
23. Pyvovar, T., Lialin, O., & Meshkova, V. (2022). Causes and trends in defoliation of *Fraxinus excelsior* L. in Ukraine according to forest monitoring data. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 24, 36–46. <https://doi.org/10.15421/412203>
24. Shvidenko, A., Buksha, I., Krakovska, S., & Lakyda, P. (2017). Vulnerability of Ukrainian forests to climate change. *Sustainability*, 9 (7), 1152. <https://doi.org/10.3390/su9071152>
25. Stryhun, O. O., Fedorenko, V. P., Chumak, P. Ya., Vyhera, S. M., Honcharenko, O. M., & Anol, O. H. (2022). Zlatka smaragdova yaseneva (*Agrilus planipennis* Fairmaire) v parkakh Kyieva. *Zakhyst i karantyn roslin u XXI stolitti: problemy i perspektyvy. Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoi yuvileinym datam vid dnia narodzhennia vydatnykh vchenykh-fitopatolohiv doktoriv biolohichnykh nauk, profesoriv V. K. Pantielieieva ta M. M. Rodihina. 20-21 zhovtnia 2022 r.* (pp. 198–201). Kharkiv [in Ukrainian]
26. Tkach, V., Rumiantsev, M., Luk'yanets, V., Kobets, O., Pozniakova, S., Obolonyk, I., & Sydorenko, S. (2020). Common ash (*Fraxinus excelsior* L.) in Ukrainian forests and its successful natural regeneration. *Forestry Studies*, 73, 26–42. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2020-0012>

27. Tsybul'skyi, O., Stryhun, O., & Chumak, P. (2023). Monitoring and distribution of the Emerald Ash Borer (*Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888: Coleoptera, Buprestidae) in the urbocenoses of Kyiv (Ukraine). *Joint ESENIAS and DIAS Scientific Conference 2023 and 12th ESENIAS Workshop. Globalisation and invasive alien species in the Black Sea and Mediterranean regions – management challenges and regional cooperation. (Varna, 11-14 October 2023)*. (p. 67). Varna, Bulgaria: National Science Fund of Bulgaria
28. Wang, X.-Y., Yang, Z.-Q., Gould, J. R., Zhang, Y.-N., Liu, G.-J., & Liu, E. (2010). The biology and ecology of the emerald ash Borer, *Agrilus planipennis*, in China. *Journal of Insect Science*, 10 (128), 1–23. <https://doi.org/10.1673/031.010.12801>
29. Wessels-Berk, B., & Scholte, E. (2008). One beetle too many: The emerald ash-borer, *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae), threatens Fraxinus trees in Europe. *Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting*, V (19), 165–168.
30. Yang, Z.-Q., Wang, X.-Y., Gould, J. R., Reardon, R. C., Zhang, Y.-N., Liu, G.-J., & Liu, E.-S. (2010). Biology and behavior of *Spathius agrili*, a parasitoid of the emerald ash borer, *Agrilus planipennis*, in China. *Journal of Insect Science*, 10 (30), 1–13. <https://doi.org/10.1673/031.010.3001>

ORCID

N. Kovalenko 
H. Pospelova 
V. Pysarenko 
I. Hibolenko 

<https://orcid.org/0000-0001-5998-1745>
<https://orcid.org/0000-0002-8030-1166>
<https://orcid.org/0000-0002-0184-3929>
<https://orcid.org/0009-0009-3182-9552>



2025 by the author(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.

Acaricidal effect of sulfuryl fluoride

V. Romanko✉ | A. Dudynska

Article info

Correspondence Author

V. Romanko

E-mail:

romankovlad@ukr.netUzhhorod National
University,
Voloshyna Str., 32,
Uzhhorod, 88000 Ukraine**Citation:** Romanko, V., & Dudynska, A. (2025). Acaricidal effect of sulfuryl fluoride. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 91–97. doi: 10.31210/spi2025.28.03.15

The study is devoted to the search for alternatives to phosphine, to which some pests have developed resistance, as well as methyl bromide, the use of which has been restricted by the Montreal Protocol. The article presents the results of studies on the effectiveness of sulfuryl fluoride against the mobile stages of mites. The study aimed to investigate the toxic effect of sulfuryl fluoride at different temperatures on the mobile stages of mites of the genera *Acarus* and *Tyrophagus* under parameters acceptable for industrial fumigation. The research objects were the mobile stages of acarid mites. The research material was sulfuryl fluoride. The following methods were used: analytical review of the topic; analysis of the biological characteristics of acarid mites; experimental – variation of different fumigation parameters (temperature, concentration, exposure duration, c (concentration) $\times$ t (time) products (CT-products), mathematical and statistical analysis using computer modeling. The results of the studies showed the toxic effect of sulfuryl fluoride against the mobile stages of *Acarus* and *Tyrophagus* mites, depending on the fumigation parameters. Lethal dose (LD) values for the mobile stages of mites were established. At a temperature of 15–22 °C, the lethal norms for sulfuryl fluoride were CT-products 1398.80 g-hr., average concentration – 21.19 g/m³, fumigation duration 66 hours. At a temperature of 23–24 °C, lethal norms were at the level of CT-products 1206.00 g-hr., the average concentration was 28.71 g/m³, and the duration of fumigation was 42 hours. At a temperature of 25–26 °C, lethal norms of sulfuryl fluoride for mites were at the following fumigation parameters: CT-products 1107.55 g-hr., average concentration 30.77 g/m³, fumigation duration 36 hours. At a temperature of 27–28 °C, lethal norms were at the level of CT-products 1005.00 g-hr., average concentration – 33.50 g/m³, fumigation duration 30 hours. At a temperature of 32 °C and above, the lethal norms for sulfuryl fluoride were CT-products 906.55 g-hr., average concentration – 34.87 g/m³, fumigation duration 26 hours. Lethal norms for sulfuryl fluoride at different temperatures were established, which are optimal for ensuring 100 % mortality of mobile stages of acarid mites, as they slightly exceed the sublethal threshold. The dependence of the fumigant's effectiveness on temperature was observed. As the temperature decreases, the toxic load must increase to ensure 100 % mortality mites, and vice versa. The results obtained indicate the need for further research, particularly to determine optimal intervals for repeated fumigations.

Keywords: alternative to methyl bromide, acarid mites, fumigation parameters.

Акарицидна дія фтористого сульфурилу

В. О. Романко | А. Т. Дудинська

Ужгородський
Національний Університет,
м. Ужгород, Україна

Робота присвячена пошуку альтернатив фосфіну, до якого резистентні деякі шкідники, а також бромистому метилу, обмежений у застосуванні на вимогу Монреальського протоколу. В статті наведені результати досліджень ефективності фтористого сульфурилу на рухомих стадіях кліщів. Метою дослідження була токсична дія фтористого сульфурилу за різних температур на рухомих стадіях кліщів представників роду *Acarus* та *Tyrophagus* в параметрах прийнятих для виробничої фумігації. Об'єктами досліджень слугували рухомі стадії комірних кліщів. Матеріал досліджень був фтористий сульфурил. Використовували методи: аналітичного огляду по тематиці досліджень; експериментальний – варіювання параметрів незараження (температура концентрація, тривалість експозиції, показник ДКЧ); математико-статистичний – за допомогою комп'ютерних математичних функцій. В результатах досліджень наведено токсичну дію фтористого сульфурилу проти рухомих стадій комірних кліщів родів *Acarus* та *Tyrophagus* в залежності від параметрів фумігації. Встановлені летальні значення ДКЧ для рухомих стадій кліщів. За температури 15–22 °C летальні норми фтористим сульфурилом становили ДКЧ 1398,80 годинограм, середня концентрація – 21,19 г/м³, тривалість фумігації 66 годин. За температури 23–24 °C летальні норми були на рівні ДКЧ 1206,00 годинограм, середня концентрація – 28,71 г/м³, тривалість фумігації 42 годин. За температури 25–26 °C летальні норми фтористим сульфурилом на кліщів становили при таких параметрів фумігації ДКЧ 1107,55 годинограм, середня концентрація – 30,77 г/м³, тривалість фумігації 36 годин. За температури 27–28 °C летальні норми були на рівні ДКЧ 1005,00 годинограм, середня концентрація – 33,50 г/м³, тривалість фумігації 30 годин. За температури 32 °C та вище летальні норми фтористим сульфурилом становили ДКЧ 906,55 годинограм, середня концентрація – 34,87 г/м³, тривалість фумігації 26 годин. Встановлені летальні норми фтористим сульфурилом за різних температур, які є оптимальними для забезпечення 100 % загибелі рухомих стадій акаридєвих кліщів. Спостерігали залежність ефективності фуміганту від температури. При зниженні температури, для забезпечення 100% загибелі комірних кліщів, була необхідність у збільшенні токсичного навантаження фуміганту і навпаки.

Ключові слова: альтернатива бромистому метилу, акаридєві кліщі, параметри фумігації.**Бібліографічний опис для цитування:** Романко В. О., Дудинська А. Т. Акарицидна дія фтористого сульфурилу. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 91–97.

Вступ

На даний час у фітосанітарних заходах в Україні фактично використовується лише один фумігант – фосфін. Незважаючи на високу ефективність цього фумігantu, постійне та недостатньо контрольоване його використання може призвести до негативних наслідків, які пов'язані із виникненням у комах стійкості (резистентності), що генетично закріплюється й передається наступним поколінням [1–3].

У випадку завезення резистентних шкідливих організмів або виникнення їх популяцій на території країни боротися з ними буде практично нічим. Це призведе до неконтрольованого розповсюдження стійких до фосфіну популяцій, а згодом й до значних матеріальних втрат.

Крім того, фосфін не є універсальним фумігантом і багатьох випадках його застосування є проблематичним для знезараження [4–6]. З вищенаведеного очевидно, що необхідність у застосуванні нових фумігантів, які б були альтернативні бромистого метилу (обмеженого, а в подальшому і забороненого «універсального» фумігantu), а також і фосфіну для України є питанням виняткової актуальності.

Як один із таких фумігантів може розглядатися фтористий сульфурил. Це безбарвний газ без запаху, який раніше застосовували при деревообробці проти термітів [7].

Протягом останнього двадцятиліття в багатьох країнах проводяться дослідження можливості застосування фтористого сульфурилу, які в більшості носять суто прикладний характер і в основному зводяться до вивчення ефективності фтористого сульфурилу у визначених умовах проти певних шкідників продовольства й запасів, а також деревини та виробів з неї [7, 8].

Актуальним також є і фумігація проти комірних кліщів, які належать до групи шкідливих організмів продовольства й запасів. В даному напрямку активно проводяться дослідження і вже отримані певні позитивні результати [9, 10]. Проте, на думку багатьох вчених, доцільно збільшувати асортимент фумігантів та їх сумішей або препаративних форм для конкретно взятого шкідника [5, 11, 12]. Це дасть можливість збільшити ефективність фітосанітарних заходів та, можливо, уникнути, резистентності до препаратів, які постійно застосовуються.

Акаридієві кліщі є одними з найпоширеніших шкідників, що зустрічаються в умовах зберігання та переробки харчових продуктів. Ці види мають космополітичне поширення, заселяючи широкий спектр рослинної продукції. Їхня здатність використовувати умови високої вологості та багаті на органічні речовини субстрати робить їх особливо проблематичними в погано вентильованих або недостатньо обслуговуваних приміщеннях [13–15].

Господарська шкодочинність хлібних кліщів визначається багатьма чинниками. Так, унаслідок життєдіяльності кліщів зменшується маса продуктів і знижується їх якість. Вони набувають затхлого запаху, стаючи грудкуватими та непридатними для їжі і годівлі худоби. Схожість насіння суттєво знижується [16, 17].

Аналіз останніх досліджень і публікацій по даній проблематиці показав, що дослідження проводять в таких напрямках – вивчення токсичної дії препаратів, які є альтернативні хімічному знезараженню, наприклад інертні порошки; визначення ефективності термообробок проти шкідників; збільшення асортименту фумігантів та їх препаративних форм, в тому числі і хімічних, по знезараженню рослинної продукції. Оскільки повністю замінити хімічні препарати, зокрема і в карантинному знезараженні, в найближчому майбутньому буде достатньо важко.

Так, Sally Abbar et al. (2016) на основі проведених досліджень довели, що, обробка екстремальними температурами може відігравати важливу роль у комплексних програмах боротьби зі шкідниками для в'яленої шинки як альтернатива бромистому метилу або іншим хімічним обробкам. Було виявлено, що яйця кліщів *Tyrophagus putrescentiae* більш стійкі як до високих, так і до низьких температур, ніж рухомі стадії [18].

Серед альтернатив хімічному знезараженню слід відзначити інертні порошки цеоліту та каоліну, які володіють акарицидною дією. Результати Christos et al. (2025), показали що цеоліт був ефективнішим за каолін, незалежно від дозування. 100 % загибель кліщів *T. putrescentiae* визначали при концентрації 1000 ppm цеоліту за 72 години. Натомість, виживання *T. putrescentiae* спостерігалось при всіх дозах каоліну [9].

На думку Nihal Kilic (2022), інертні порошки типу діатоміт (отриманий із скам'янілих залишків діатомових водоростей) відзначався акарицидними властивостями проти *T. putrescentiae*. Спостерігали 100 % загибель за 24 години та 25 °C і можуть бути перспективною альтернативою традиційним хімічним акарицидам [19].

Подібні дослідження проводилися іншими дослідниками. Так, Maria Boukouvala et al. (2025) доводять, що акарицидну ефективність двох інертних порошків типу діатоміт, досліджували проти різних стадій розвитку *Acarus siro* та *T. putrescentiae* на пшениці при двох варіантах доз. Обидва препарати продемонстрували залежність ефективності від дозування та експозиції проти *A. siro* та *T. putrescentiae* на всіх стадіях розвитку. Крім того, незрілі стадії обох видів (тобто личинки та німфи) були більш чутливими до препаратів, ніж дорослі особини. Загалом ефективність варіювалась в межах 84,4–97,0 % залежно від препаратів та стадії шкідників [10].

Також досліджується і токсична дія різних фумігантів та їх сумішей проти акаридієвих кліщів, зокрема на *T. putrescentiae*. Так, на думку Zhao et al. (2015) фумігація фосфіном сушовеяної шинки проти досліджуваних кліщів забезпечувала їх загибель на постембріональних стадіях на рівні 99,8 %. Крім того, залишкова концентрація фосфіну була нижчою за допустиму межу 0,01 ppm в продукції, що в подальшому споживається [20].

Md. Mahbub Hasan et al. (2019) доводять, що личинки шкідника *Necrobia rufipes* були найбільш стійкими при обробці фосфіном або бромистим метилом протягом 48 годин при температурі 23 °C. Яйця *T. putrescentiae* також були більш стійкими до

обох фумігантів, порівняно з рухомими стадіями кліщів. [21].

На думку дослідників Subekti & Syahadan (2021) при порівнянні токсичної дії фосфіну та фтористого сульфуриту проти шкідників запасів таких як *Alphitobius diaperinus* та *Tribolium castaneum*, спостерігали різницю ефективності у фумігантів. Вищий рівень загибелі відзначали у шкідників за фумігації з використанням фтористого сульфуриту при експозиції 24 години. Дослідники акцентують увагу на те, що фумігація при фтористому сульфуриті проста у застосуванні, ефективніша, а час експозиції коротший порівняно з фосфіном [7].

Також фтористий сульфурит виявився ефективний проти кліщів *T. putrescentiae*. На думку Sally Abbar et al. (2018) 36-годинна фумігація за 1400 годинограм (показник добутку концентрації на тривалість фумігації (далі ДКЧ)) забезпечувала 100 % усіх стадій життєвого циклу кліщів при 40 °C. Яйця кліщів, які були визначені як найбільш стійкі до фумігantu [22].

Проте, подальше зниження температури негативно вплинуло на ефективність фтористого сульфуриту. Так Md. Mahbub Hasan et al. (2021) визначали ефективність фтористого сульфуриту проти двох основних членистоногих-шкідників в'яленої шинки: *N. rufipes* та *T. putrescentiae*. Дія фтористого сульфуриту викликала значну загибель комах-шкідників, але не на кліщів при обробці протягом 48 годин при температурі 23 °C. Дослідження також показали, що яйця *T. putrescentiae* були в кілька разів стійкішими, ніж рухомі стадії кліщів [23].

З вище наведених даних видно, що в літературі немає детальних результатів досліджень щодо впливу температурного фактору (в значній амплітуді) на токсичну дію фтористого сульфуриту проти акаридів кліщів.

Крім того, враховуючи, що в різних субстратах часто виявляли представників родів *Tyrophagus* та

Acarus [13] є доцільним при розробці летальних норм не розділяти їх по видовій належності.

Мета дослідження

Мета роботи: охарактеризувати токсичну дію фтористого сульфуриту за різних температур на рухомих стадіях кліщів представників роду *Acarus* та *Tyrophagus* в параметрах прийнятих для виробничої фумігації.

Матеріали і методи

Роботу проводили в Закарпатському територіальному центрі карантину рослин Інституту захисту рослин НААН України в 2011–2013 роках. Продовжували дослідження в інституті електронної фізики Національної академії наук України в 2021–2024 роках.

Об'єкти досліджень: токсична дія фтористого сульфуриту, рухомі стадії комірних кліщів (представники роду борошняних (*Acarus*) та видовжених (*Tyrophagus*) кліщів). Біоматеріал зібраний в складських приміщеннях, та зерносковищах Ужгородського району. Подальше розведення та підтримка культур досліджуваних організмів здійснювались за загальноприйнятою методикою [13].

Проведення фумігації досліджуваних кліщів. Фумігацію проводили у камерах, виготовлених із 3-х літрових скляних банок та відповідно обладнаних до потреб подібних досліджень.

У камері є отвори для введення фумігantu та розташування садків з біоматеріалом, передбачено можливість рециркуляції газової суміші та створення від'ємного тиску.

Для введення в камеру необхідної кількості фумігantu, була розроблена та виготовлена спеціальна установка, за допомогою якої з високою точністю можна дозувати препарат від 0,1 до 40 г/м³ (рис. 1).

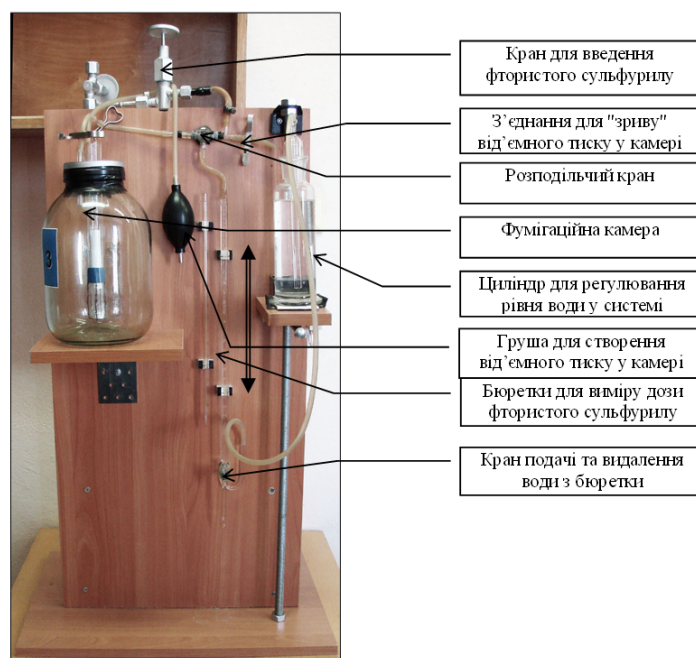


Рис. 1. Установка для дозування та введення фтористого сульфуриту в камеру

Вимірювання заданої кількості фуміганту проводиться за допомогою мірних бюреток ємністю 1, 5, 25 і більше мл. шляхом введення у заповнену водою бюретку фтористого сульфуриду з балончика.

Схема досліджень рухомих стадій кліщів. Для фумігації наважки зараженого кліщами субстрату (масою 1000–1500 мг, залежно від інтенсивності заселення даних шкідливих організмів) поміщали у газопроникні садки. Потім для одного варіанту у фумігаційну камеру вміщали по 3 садки і стільки ж залишали й витримували у подібних умовах до проведення обліків для контролю. Контролем в нас слугували нефуміговані особини рухомих стадій кліщів, які містилися в субстраті.

Виділення живих особин кліщів з поживного субстрату після фумігації, а також з контролю проводили за допомогою конусоподібних фототермо-еклекторів Берлезе в модифікації Тульгрена (рис. 2) за загальноприйнятою методикою [13].

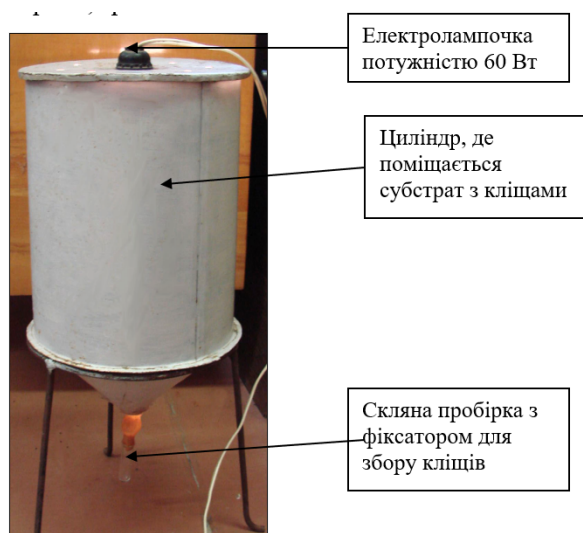


Рис. 2. Еклектор для виділення кліщів з субстрату

По закінченню експозиції та дегазації за допомогою еклектора виділяли із субстрату живі особини з дослідних та контрольних садків.

Далі підраховували виділену кількість особин кліщів під бінокуляр і визначали кількість особин кліщів на 0,1 грам субстрату за формулою:

$$n = \frac{N \times 100}{m}, \text{ де} \quad (1)$$

n – кількість особин кліщів у 0,1 грам субстрату, штук, N – кількість особин кліщів у пробі, штук, m – маса проби, грам.

Загибель кліщів у дослідах визначали за формулою:

$$E = 100 - \left(\frac{D}{K} \right), \text{ де} \quad (2)$$

E – загибель в досліді з урахуванням контролю, %, D – кількість живих особин кліщів у 0,1 грамах субстрату в досліді після фумігації, штук,

K – кількість живих особин кліщів у 0,1 грамах субстрату в контролі, штук.

Залежно від інтенсивності зараження у 0,1 грамах субстрату кількість кліщів становила 69–256 особин.

Дослідження проводили за параметрами фумігації в межах: ДКЧ від 604,20 до 3298,04 години-грам, середньої концентрації від 6,70 до 34,87 г/м³, експозиції від 25 до 144 годин, залежно від температури (15, 23, 25, 27 та 32 °C).

Ефективність фумігації визначали з врахуванням контролю за формулою Аббота. Статистичну обробку даних проводили за допомогою комп'ютерних математичних функцій, що вбудовані в програму Microsoft Excel 2003.

Результати та їх обговорення

При вивченні токсичної дії фтористого сульфуриду проти комірних кліщів родів борошняних (*Acarus*) та видовжених (*Tyrophagus*), за основний показник, від якого при певній температурі залежала ефективність фуміганту, було прийнято ДКЧ летальних норм, який виражали у години-грамах [11].

При проведенні нами досліджень важливою умовою було встановлення показника загибелі кліщів на рівні 90–99 %, що в подальшому давало можливість більш точно визначити показник летальної норми за мінімально ефективних концентрацій та експозицій фуміганту. Тому у разі отримання 100 % загибелі кліщів, токсичне навантаження зменшували до встановлення 90–99 % показника загибелі даних шкідливих організмів.

Отримані нами результати лабораторних досліджень по фумігації, при застосуванні ДКЧ в межах від 906,00 до 1398,80 години-грам, свідчать про високу ефективність даного фуміганту проти рухомих стадій комірних кліщів (рис. 3).

Так, були встановлені летальні значення ДКЧ для рухомих стадій кліщів при температурах фумігації 15, 23, 25, 27 та 32 °C на рівні – 1398,80; 1206,00; 1107,55; 1005,00 та 906,55 години-грам відповідно. Встановлена чітка залежність ефективності фуміганту від температури: при зниженні температури, для забезпечення 100 % загибелі комірних кліщів, була необхідність у збільшенні токсичного навантаження фуміганту, що відображалось у підвищенні показника ДКЧ.

Також відзначали кореляційний зв'язок (коефіцієнт кореляції в межах від 0,921 до 0,999) між загибеллю рухомих стадій кліщів (в %) та показників ДКЧ за однакової температури.

Слід зауважити, що саме величина ДКЧ впливала на ефективність фумігації при певній температурі, а не інші окремо взяті параметри знезараження (концентрація фуміганту або тривалість експозиції).

Так за температури 32 °C варіювання показників у напрямку збільшення середньої концентрації з 14,37 на 24,17 г/м³ та, водночас, скорочення експозиції з 42 на 25 годин (за подібних показників ДКЧ -603,80 та 604,20 години-грам) не спричиняло зміну показника загибелі кліщів – 97,00±0,96 та 96,72±1,04 відповідно.

Аналогічні результати отримали і при фумігації за температури 25 °C. Так, варіювання показників середньої концентрації з 6,70 на 32,13 г/м³ та

експозиції з 144 на 30 годин (за подібних показників ДКЧ – 964,80 та 963,98 годинограм) не спричиняло

зміну показника загибелі кліщів – $99,97 \pm 0,03$ та $99,89 \pm 0,01$ відповідно (рис. 3).

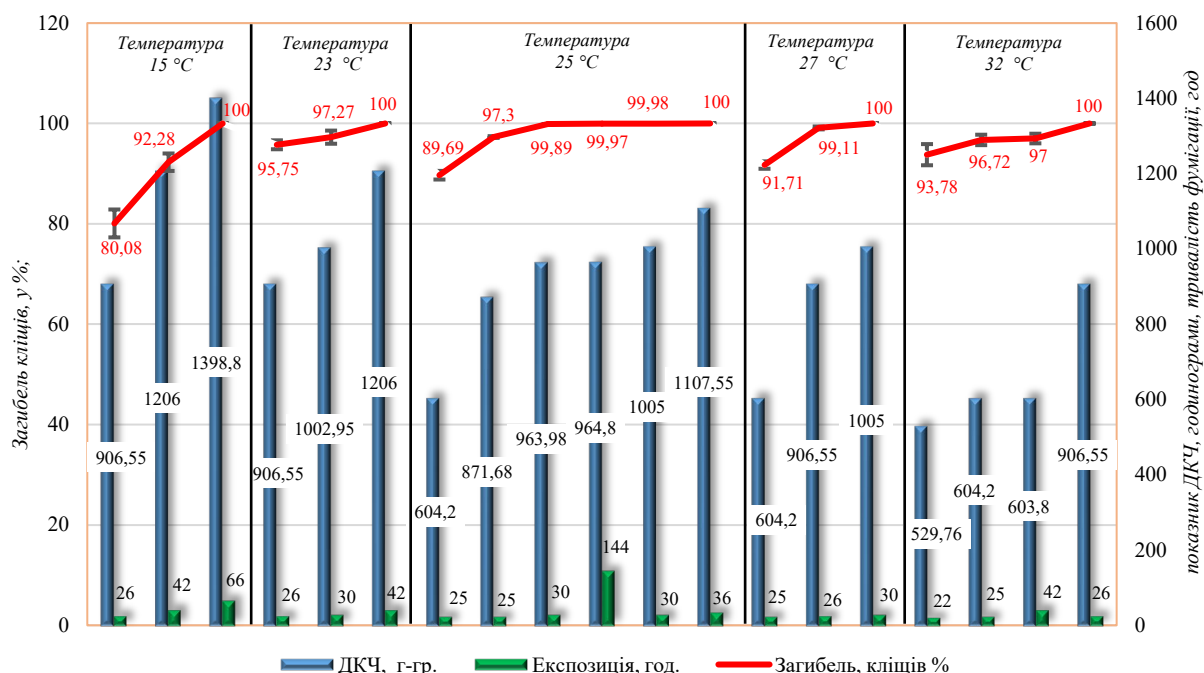


Рис. 3. Токсична дія фтористого сульфурилу на рухомі стадії борошняних та видовжених комірних кліщів в залежності від параметрів фумігації

В той же час, як відомо, значне скорочення експозиції при дії фосфіну може спричинити виникнення "наркотичного" ефекту, що у свою чергу призводить до непрогнозованого зменшення загибелі шкідників і, як наслідок, відбувається зниження ефективності фумігації [4, 11].

Результати дослідів підтверджують відповідність токсичної дії фтористого сульфурилу правилу Хейбра (Haber's rule) у діапазоні варіюванні показників середньої концентрації від 6,7 до 32,13 г/м³ та експозиції від 30 до 144 годин.

Мінімальна ефективна концентрація, за якої було отримано 100 % загибель рухомих стадій комірних кліщів, становила 6,7 г/м³ (за тривалості фумігації 144 години). Подальше зниження середньої концентрації не доцільно через необхідність застосування тривалих експозицій, неприйнятних для виробничої фумігації.

В таблиці наведені летальні норми фтористим сульфурилом за різних температур, які забезпечують 100 % загибель рухомих стадій кліщів родів *Acarus* та *Tyrophagus* (табл. 1). Особливість токсичної дії фуміганту на кліщів полягає в тому, що при зниженні температури 32 до 15 °C була необхідність підвищувати показник ДКЧ лише у 1,54 рази.

Тоді як при летальних нормах фтористим сульфурилом на шкідників-комах за подібних температур була необхідність підвищувати показник ДКЧ значно більше: для *Acanthoscelides obtectus* – 2,38, *Ephestia kuehniella* – 3,36, *Sitophilus granarius* 2,51 рази [24]. Це, ймовірно, пояснюється тим, що за високих температур процеси дихання у активних стадій кліщів проходять не так інтенсивно, порівняно з комахами-шкідниками.

Таблиця 1

Летальні норми фтористим сульфурилом для рухомих стадій кліщів родів *Acarus* та *Tyrophagus*

Температура, °C	ДКЧ, годинограм	Концентрація, г/м ³	Експозиція, год.
15–22	1398,80	21,19	66
23–24	1206,00	28,71	42
25–26	1107,55	30,77	36
27–28	1005,00	33,50	30
32 та вище	906,55	34,87	26

Слід зазначити, що для забезпечення загибелі кліщів на стадії яйця була необхідність у суттєвому збільшенні показника ДКЧ фтористим сульфурилом до 3298,04 годинограм. Такі параметри фумігації є економічно не обґрунтованими, оскільки необхідно було підвищувати токсичну дію фтористого сульфурилу мінімум у 2,3 рази. Крім того таке знезараження не завжди забезпечувало 100 % загибель кліщів на стадії яйця. Тому, на нашу думку, у виробничих умовах доцільно спочатку проводити фумігацію проти рухомих стадій комірних кліщів. Потім, у разі можливості, дотримуватися у зерно-сховищах оптимальних умов зберігання рослинної продукції, особливо це стосується вологості як повітря так і зерна, щоб уникнути швидкого розвитку шкідників. У разі відсутності таких умов – повторна фумігація фтористим сульфурилом.

Отримані результати досліджень співпадають з думкою Sally Abbar et al. (2018) про проте, що яйця кліщів відзначалися стійкістю до фтористого сульфурилу [22].

Аналогічно з нашими результатами є дані авторів Md. Mahbub Hasan et al. (2021) які стверджували, що

ефективність фтористого сульфурилу проти *T. putrescentiae* залежить від температурного фактору. Крім того кліщі виявилися більш стійкими до фуміганту порівняно з шкідником *N. rufipes* [23].

Подібної думки дотримується і Bell C.H. (2004), який вказує на значну стійкість яєць кліща *A. siro* порівняно з яйцями основних комах-шкідників запасів, щонайменше у 3,38 рази [25].

Також, слід відзначити, про стабільність отриманих результатів досліджень, про що свідчать низькі показники похибок середніх значень (похибка не перевищувала показник 2,78) між повторностями у варіанті.

Таким чином, дані параметри фумігації є оптимальними для забезпечення 100 % загибелі рухомих стадій кліщів, оскільки їх значення в незначній мірі вищі за сублетальний рівень отруєння. Крім того вони є ефективними та прийнятними для виробничої фумігації і дають можливість у широкому діапазоні регулювати час експозиції і витрати фуміганту.

На нашу думку, є актуальними подальші дослідження у напрямку встановлення оптимальним періодів для повторних фумігацій в залежності від особливостей розвитку кліщів та температурного чинника.

Висновки

1. Встановлено летальні значення ДКЧ для рухомих стадій кліщів роду *Acarus* та *Tyrophagus* при температурах фумігації 15, 23, 25, 27 та 32 °C на рівні – 1398,80; 1206,00; 1107,55; 1005,00 та 906,55 годинограм відповідно, які є прийнятними для виробничої фумігації.

2. Спостерігали залежність ефективності фуміганту від температури. При зниженні температури, для забезпечення 100 % загибелі кліщів, була необхідність у збільшенні токсичного навантаження фтористого сульфурилу і навпаки.

3. Ефективність фтористим сульфурилом при певній температурі залежала, перш за все, від показника добутку тривалості фумігації та концентрації газу, а не від їх окремих значень. На практиці така особливість токсичної дії фуміганту дає можливість варіювати показниками концентрації газу та експозиції у разі необхідності.

Конфлікт інтересів

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

References

- Holloway, J. C., Falk, M. G., Emery, R. N., Collins, P. J., & Nayak, M. K. (2016). Resistance to phosphine in *Sitophilus oryzae* in Australia: A national analysis of trends and frequencies over time and geographical spread. *Journal of Stored Products Research*, 69, 129–137. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2016.07.004>
- Aulicky, R., Stejskal, V., Frydova, B., & Athanassiou, C. (2022). Evaluation of phosphine resistance in populations of *Sitophilus oryzae*, *Oryzaephilus surinamensis* and *Rhyzopertha dominica* in the Czech Republic. *Insects*, 13 (12), 1162. <https://doi.org/10.3390/insects13121162>
- Aulicky, R., Stejskal, V., & Frydova, B. (2019). Field validation of phosphine efficacy on the first recorded resistant strains of *Sitophilus granarius* and *Tribolium castaneum* from the Czech Republic. *Journal of Stored Products Research*, 81, 107–113. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.02.003>
- Rajendran, S. (2020). Insect Pest Management in Stored Products. *Outlooks on Pest Management*, 31 (1), 24–35. https://doi.org/10.1564/v31_feb_05
- Bell, C. H. (2014). Food safety assurance systems: infestation management in food production premises. *Encyclopedia of Food Safety*, 189–200. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-378612-8.00354-1>
- Jagadeesan, R., & Nayak, M. K. (2016). Phosphine resistance does not confer cross-resistance to sulfuryl fluoride in four major stored grain insect pests. *Pest Management Science*, 73 (7), 1391–1401. <https://doi.org/10.1002/ps.4468>
- Subekti, N., & Syahadan, M. A. (2021). Comparison the effectiveness of the fumigants sulfuryl fluoride and phosphine in controlling warehouse pest insects. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918 (5), 052021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/5/052021>
- Nayak, M. K., Jagadeesan, R., Kaur, R., Daglish, G. J., Reid, R., Pavic, H., Smith, L. W., & Collins, P. J. (2016). Use of sulfuryl fluoride in the management of strongly phosphine-resistant insect pest populations in bulk grain storages in Australia. *Indian Journal of Entomology*, 78 (special), 100. <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2016.00030.4>
- Athanassiou, C. G., Rumbos, C. I., Agrafioti, P., & Sakka, M. K. (2025). Acaricidal effect of zeolite and kaolin against *Tyrophagus putrescentiae* on Wheat. *Agronomy*, 15 (4), 799. <https://doi.org/10.3390/agronomy15040799>
- Boukouvala, M. C., Filintas, C. S., & Kavallieratos, N. G. (2025). Acaricidal efficacy of diatomaceous earths on different life stages of *Acarus siro* L. and *Tyrophagus putrescentiae* (Schränk). *Insects*, 16 (7), 693. <https://doi.org/10.3390/insects16070693>
- Romanko, V., & Dudynska, A. (2023). Synergism of a mixture of phosphine and carbon dioxide in fumigation against bean weevils. *Scientific Horizons*, 26 (5). <https://doi.org/10.48077/scihor5.2023.89>
- Klechkovskiy, Ju., & Niamtsu, Je. (2020). Control of the spread of potato moth at the use of mebrocarboxylic mixtures. *Bulletin of Agricultural Science*, 98 (1), 32–38. <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202001-05>
- Dudynska, A. T., Romanko, V. O., Dudynsky, T. T., Karabiniuk, M. M., & Zhovnerchuk, O. V. (2023). Species diversity and distribution of synanthropic acarid mites (Acariformes, Acaridia) in Transcarpathia. *Zoodiversity*, 57 (4), 283–292. <https://doi.org/10.15407/zoo2023.04.283>
- Hubert, J., Münzbergová, Z., Kučerová, Z., & Stejskal, V. (2006). Comparison of communities of stored product mites in Grain Mass and Grain Residues in the Czech Republic. *Experimental and Applied Acarology*, 39 (2), 149–158. <https://doi.org/10.1007/s10493-006-0026-y>
- Collins, D. A. (2012). A review on the factors affecting mite growth in stored grain commodities. *Experimental and Applied Acarology*, 56 (3), 191–208. <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9512-6>
- Vogel, P., Liberato da Silva, G., Esswein, I. Z., Dallazen, M. C., Heidrich, D., Pagani, D. M., Hoehne, L., Scroferneker, M. L., Valente, P., & Ferla, N. J. (2021). Effects of infestations of the storage mite *Tyrophagus putrescentiae* (Acaridae) on the presence of fungal species and mycotoxin production in stored products. *Journal of Stored Products Research*, 94, 101883. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101883>
- Malik, A., Gulati, R., Duhan, K., & Poonia, A. (2018). *Tyrophagus putrescentiae* (Schränk) (Acari: Acaridae) as a pest of grains: a review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6, 2543–2550.
- Abbar, S., Schilling, M. W., & Phillips, Thomas. W. (2016). Time-mortality relationships to control *Tyrophagus putrescentiae* (Sarcoptiformes: Acaridae) exposed to high and low temperatures. *Journal of Economic Entomology*, 109 (5), 2215–2220. <https://doi.org/10.1093/jee/tow159>
- Kılıç, N. (2022). Efficacy of dust and wettable powder formulation of Diatomaceous earth (Detech®) in the control of *Tyrophagus putrescentiae* (Schränk) (Acari: Acaridae). *Insects*, 13 (10), 857. <https://doi.org/10.3390/insects13100857>
- Zhao, Y., Abbar, S., Phillips, T. W., & Schilling, M. W. (2015). Phosphine fumigation and residues in dry-cured ham in commercial applications. *Meat Science*, 107, 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.04.008>

21. Hasan, M. M., Aikins, M. J., Schilling, M. W., & Phillips, T. W. (2019). Comparison of methyl bromide and phosphine for fumigation of *Necrobia rufipes* (Coleoptera: Cleridae) and *Tyrophagus putrescentiae* (Sarcoptiformes: Acaridae), pests of high-value stored products. *Journal of Economic Entomology*, 113 (2), 1008–1014. <https://doi.org/10.1093/jee/toz319>
22. Abbar, S., Sağlam, Ö., Schilling, M. W., & Phillips, T. W. (2018). Efficacy of combining sulfuryl fluoride fumigation with heat to control the ham mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Schränk) (Sarcoptiformes: Acaridae). *Journal of Stored Products Research*, 76, 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.11.008>
23. Hasan, M. M., Aikins, M. J., Schilling, M. W., & Phillips, T. W. (2021). Sulfuryl fluoride as a methyl bromide alternative for fumigation of *Necrobia rufipes* (Coleoptera: Cleridae) and *Tyrophagus putrescentiae* (Sarcoptiformes: Acaridae), major pests of animal-based stored products. *Journal of Stored Products Research*, 91, 101769. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101769>
24. Romanko, V. O., & Dudynska, A. T. (2017). *Patent for utility model No 96871. Ukraine*. Method for controlling the number of insect pests in grain and legume stocks during fumigation with fluorinated sulfuryl. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/757833/>
25. Bell, C. H. (2004). The use of sulphuryl fluoride in Europe for structure and commodity disinfestation. *Proceedings of international conference on alternatives to methyl bromide*, 27-30 September 2004. (pp. 237–240). Lisbon, Portugal.

ORCID

V. Romanko 
A. Dudynska 

<https://orcid.org/0000-0002-5263-4190>
<https://orcid.org/0000-0001-7461-0512>



2025 by the author(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.

Seed heterogeneity, fractional composition and thousand seed weight of soybean depending on varietal composition

V. Kravchenko✉ | N. Poltoretska | L. Kononenko | L. Vyshnevskya | N. Klymovych

Article info

Correspondence Author

V. Kravchenko

E-mail:

italiikrav12@gmail.com

Uman National University,
Instytutska Str., 1, Uman,
Cherkasy Region, 20300,
Ukraine

Citation: Kravchenko, V., Poltoretska, N., Kononenko, L., Vyshnevskya, L., & Klymovych, N. (2025). Seed heterogeneity, fractional composition and thousand seed weight of soybean depending on varietal composition. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 98–102. doi: 10.31210/spi2025.28.03.16

The article presents the results of a field study conducted under the agro-climatic conditions of the Uman district, Cherkasy region, aimed at assessing seed heterogeneity, fractional composition, and thousand-seed weight of soybean depending on varietal composition. The study included five soybean varieties: ES Mentor, Halleck, OAC Brook, OAC Strive, and OAC Lakeview. Fractional composition was determined by dividing seeds into large (>6.5 mm), medium (5.0–6.5 mm), and small (<5.0 mm) fractions using the sieving method. Thousand-seed weight was determined according to standard procedures, and protein content was measured using near-infrared spectroscopy (NIRS). The results revealed pronounced varietal differences. ES Mentor and OAC Lakeview were characterized by a predominance of the large seed fraction (>6.5 mm) exceeding 55 %, which indicates their suitability for large-seeded soybean production. Halleck and OAC Strive demonstrated a more uniform distribution of seeds across fractions, making them versatile for various uses. OAC Brook had the lowest proportion of large seeds (>6.5 mm) and the highest proportion of small ones (<5.0 mm), up to 28 %, indicating its distinct morphometric differentiation. The thousand-seed weight ranged from 131.2 g in OAC Brook to 168.4 g in ES Mentor, reflecting a significant influence of genetic factors. Protein content varied from 36.5 % in ES Mentor to 40.8 % in OAC Brook, confirming an inverse relationship between seed weight and protein accumulation. Additionally, significant correlations were established between thousand-seed weight, protein content, and fractional composition, allowing prediction of seed quality traits based on varietal characteristics. Thus, it was determined that the qualitative and biochemical characteristics of soybean seeds are largely defined by varietal features, and the obtained results can be applied to optimize breeding programs and cultivation technologies.

Keywords: soybean, varietal composition, fractional composition, mass of 1000 seeds, protein content, seed quality.

Різномасовість насіння, оцінка фракційного складу та маси тисячі насінин сої залежно від сортового складу

В. С. Кравченко | Н. М. Полторецька | Л. М. Кононенко | Л. В. Вишневецька | Н. М. Климович

Уманський національний
університет,
м. Умань, Україна

У статті наведено результати польового дослідження, проведеного в агрокліматичних умовах Уманського району Черкаської області, з метою оцінки різномасовості, фракційного складу та маси 1000 насінин сої залежно від сортового складу. Дослідження охоплювало п'ять сортів сої: ЕС Ментор, Галлек, ОАЦ Брук, ОАЦ Страйв та ОАЦ Лейкв'ю. Фракційний склад визначали шляхом поділу насіння на великі (>6,5 мм), середні (5,0–6,5 мм) та дрібні (<5,0 мм) фракції методом просіювання. Маса 1000 насінин встановлювалася за стандартними методиками, а вміст білка – за допомогою ближньої інфрачервоної спектроскопії (NIRS). Отримані результати засвідчили виражені відмінності між сортами. Сорти ЕС Ментор та ОАЦ Лейкв'ю характеризувалися переважанням великої фракції насіння (>6,5 мм) понад 55 %, що свідчить про їхню придатність для використання у виробництві крупнонасінневої сої. У сортів Галлек та ОАЦ Страйв спостерігався більш рівномірний розподіл насіння між фракціями, що робить їх універсальними для різних напрямів використання. Сорт ОАЦ Брук мав найменшу частку насіння великої фракції (>6,5 мм) і найбільшу кількість дрібного (<5,0 мм) – до 28 %, що вказує на його специфічну морфометричну диференціацію. Маса 1000 насінин варіювала від 131,2 г у сорту ОАЦ Брук до 168,4 г у сорту ЕС Ментор, що вказує на значний вплив генетичних факторів. Вміст білка змінювався від 36,5 % (ЕС Ментор) до 40,8 % (ОАЦ Брук), що підтверджує тенденцію оберненої залежності між масою насіння та його білковістю. Додатково встановлено достовірні кореляційні зв'язки між масою 1000 насінин, вмістом білка та фракційним складом, що дозволяє прогнозувати якісні показники насіння залежно від сортових особливостей. Таким чином, встановлено, що якісні та біохімічні характеристики насіння сої значною мірою визначаються сортовими особливостями, а отримані результати можуть бути використані для оптимізації селекційних програм і технологій вирощування.

Ключові слова: соя, сортовий склад, фракційний склад, маса 1000 насінин, вміст білка, якість насіння.

Бібліографічний опис для цитування: Кравченко В. С., Полторецька Н. М., Кононенко Л. М., Вишневецька Л. В., Климович Н. М. Різномасовість насіння, оцінка фракційного складу та маси тисячі насінин сої залежно від сортового складу. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 98–102.

Вступ

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) є стратегічною культурою для України, яка активно впроваджується у структуру посівів завдяки високій харчовій та економічній цінності. Проте, незважаючи на щорічне зростання площ вирощування, урожайність і якість насіння сої залишаються нестабільними, особливо в умовах Степу та Лісостепу, де вирішальну роль відіграють гідротермічні показники. У регіональних умовах Уманського району Черкаської області, як і в багатьох інших регіонах, відсутність зрошення, дефіцит вологи у критичні фази розвитку рослин призводять до зниження врожайності, погіршення фракційного складу насіння та зменшення маси 1000 насінин [9].

Згідно з даними міжнародних досліджень, водозабезпечення суттєво впливає на формування якісних показників сої – вмісту білка, олії, мінералів та однорідності насіння. Проте, результати щодо впливу водного режиму на хімічний склад сої є суперечливими, що вказує на необхідність проведення регіональних досліджень. У багатьох випадках саме сортова специфіка визначає адаптивні реакції культури на стресові фактори середовища, впливаючи на пластичність, стабільність врожаю та однорідність фракційного складу [4, 12].

На сьогодні особливої уваги потребує дослідження різноякісності насіння сої за фракційним складом та масою 1000 насінин залежно від сортових особливостей, що є ключовими показниками якості та технологічної придатності врожаю. Водночас, наявна наукова література практично не охоплює дослідження цих параметрів у контексті регіональних кліматичних умов Черкаської області. Це створює суттєву прогалину у науковому забезпеченні виробництва високоякісного насіння, що відповідає вимогам сучасного ринку [6, 11].

Упродовж останніх десятиліть науковці приділяють значну увагу дослідженню якісних і кількісних показників насіння сої, зокрема вмісту білка, олії, мінералів, маси 1000 насінин та фракційного складу. У працях закордонних дослідників висвітлено вплив гідротермічних умов, сортових особливостей та агротехнічних прийомів на продуктивність і якість сої. Наприклад, у дослідженнях, проведених у Войводині (Сербія), встановлено, що зрошення істотно знижує міжрічну варіабельність урожайності, а також впливає на хімічний склад насіння – вміст білка, олії, цукрів і макро- та мікроелементів [8, 10, 11, 17]. Водночас, результати щодо зв'язку водного дефіциту з вмістом білка й олії є суперечливими [15, 18], що свідчить про складність цієї взаємодії та її залежність від сортових особливостей.

Сучасні дослідження акцентують увагу на важливості вивчення G×E×M взаємодій (генотип–середовище–менеджмент) для оцінки хімічного складу насіння сої. Особливої уваги набувають підходи, що дають змогу врахувати фракційний склад насіння і стабільність маси 1000 насінин як індикатори сортової пластичності [9, 13, 16].

У статтях останніх років також підкреслюється, що соя (*Glycine max* L.) посідає ключове місце серед сільськогосподарських культур як основне джерело рослинного білка та олії. Насіння сої містить 30–45 % білка з високою біологічною цінністю та 15–22 % олії з оптимальним співвідношенням лінолевої і ліноленової кислот. Зростання площ під соєю у країнах Європи частково зумовлене змінами клімату, які розширюють зони придатності до її вирощування, а також успішними результатами селекції ранньостиглих сортів [1, 14].

Поряд із цим, численні дослідження вказують на залежність врожайності та якісних показників насіння сої від агротехнічних прийомів, зокрема способу сівби, норми висіву, ширини міжрядь тощо. Встановлено, що рівномірна глибина загортання насіння, однакова відстань між рослинами в рядку та оптимальна густина стояння є критичними факторами для формування однорідного насіння з високими показниками маси 1000 насінин. Дослідження, проведені в умовах Німеччини, показали, що спосіб сівби та густина стояння рослин істотно впливають як на кількісні, так і на якісні параметри врожаю. Подібні результати отримано й у дослідженнях, проведених в інших країнах світу, що свідчить про загальну тенденцію впливу густоти стояння та способу сівби на продуктивність сої [3, 4].

Мета дослідження

Метою статті є з'ясування впливу сортових особливостей на фракційний склад та масу 1000 насінин сої в агроекологічних умовах Уманського району Черкаської області, а також виявлення сортів, здатних формувати стабільні показники якості насіння в умовах нестійкого водного режиму.

Матеріали і методи

Дослідження з оцінки різноякісності насіння, фракційного складу та маси тисячі насінин сої залежно від сортового складу проводилися у 2023–2024 роках на дослідному полі кафедри рослинництва Уманського НУ в Уманському районі Черкаської області. Кліматичні умови регіону характеризуються помірно-континентальним кліматом з достатнім зволоженням у весняно-літній період, що є сприятливим для вирощування сої.

Польові досліді були закладені методом розщеплених ділянок у чотириразовій повторності відповідно до рекомендацій методики проведення польових дослідів [7]. Для дослідження було використано сорти сої, які різняться за морфологічними ознаками, строками дозрівання та потенціалом урожайності.

Усі агротехнічні заходи (обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами, збирання) здійснювалися згідно з загальноприйнятими у регіоні рекомендаціями для вирощування сої. Сівбу проводили з урахуванням оптимальних строків для умов Правобережного Лісостепу.

Оцінку різноякісності насіння здійснювали шляхом визначення фракційного складу (крупна, середня, дрібна фракції), який визначали за допомогою калібрування насіння через сита з відповідними діаметрами отворів. Вміст фракцій виражали у відсотках до загальної маси насіння. Визначення маси тисячі насінин (МТН) проводили згідно з ДСТУ 4138:2002 шляхом трикратного зважування 1000 насінин кожної фракції з наступним розрахунком середнього значення [2].

Статистичну обробку результатів здійснювали методами дисперсійного аналізу з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel та Statistica 10.0, що дало змогу встановити достовірність впливу сортових особливостей на фракційний склад та масу тисячі насінин.

Результати та їх обговорення

У дослідженнях, проведених у ґрунтово-кліматичних умовах Уманського району Черкаської області, оцінювалися показники різноякісності насіння сої залежно від сортових особливостей. Кліматичні умови досліджуваного регіону були сприятливими для формування високоякісного насіннєвого матеріалу: середньодобові температури у вегетаційний період перевищували багаторічну норму на 1,2–1,8 °С, а кількість опадів була нерівномірною, з дефіцитом в критичні періоди формування бобів. Це, своєю чергою, вплинуло на розмір насіння, його масу та вирівняність.

Аналіз фракційного складу насіння сої показав істотні відмінності між сортами за співвідношенням крупної (>5,0 мм), середньої (4,0–5,0 мм) та дрібної (<4,0 мм) фракцій. Найвищу частку крупної фракції встановлено у сорту Галлек – 64,1 %, що свідчить про значну вирівняність і потенціал для товарного використання. Сорт ЕС Ментор мав дещо нижчий

показник – 58,7 %, однак також відзначався доброю однорідністю насіння (*табл. 1*).

Аналіз отриманих результатів свідчить, що сорти Кобза та ОАЦ Брук вирізнялися підвищеним вмістом середньої фракції насіння – 45,2 % та 48,5 % відповідно, що є позитивною ознакою для подальшого насіннєвого використання, хоча у них дещо нижчою була частка крупного насіння. Найменший вміст крупної фракції (>5,0 мм) виявлено у сорту Сигалія – 43,8 %, проте він мав найбільшу частку дрібної фракції (<4,0 мм) – 17,5 %. Така особливість може обмежувати його застосування у класичному насіннєвому виробництві, однак сорт може бути рекомендований для спеціалізованого використання (наприклад, на корм або для переробки), що пояснює його впровадження у виробництво. Сорти Галлек та ЕС Ментор демонстрували перевагу за крупною фракцією (64,1 % та 58,7 % відповідно) при помірному вмісті середньої та мінімальній частці дрібної фракції, що свідчить про їх потенційно високу господарську придатність.

Таблиця 1
Фракційний склад насіння сої залежно від сорту, %

Сорт	Фракції насіння		
	крупна (>5,0 мм)	середня (4,0–5,0 мм)	дрібна (<4,0 мм)
Галлек	64,1	31,2	4,7
ЕС Ментор	58,7	36,5	4,8
ОАЦ Брук	49,2	48,5	2,3
Сигалія	43,8	38,7	17,5
Кобза	46,4	45,2	8,4
НІР (p<0,05)	4,50	4,05	3,37

Отримані результати графічно ілюструють відмінності між сортами у розподілі фракцій (*рис. 1*), що дає змогу наочно визначити сорти з найкращим поєднанням крупної та середньої фракцій для комерційного вирощування та репродукції.

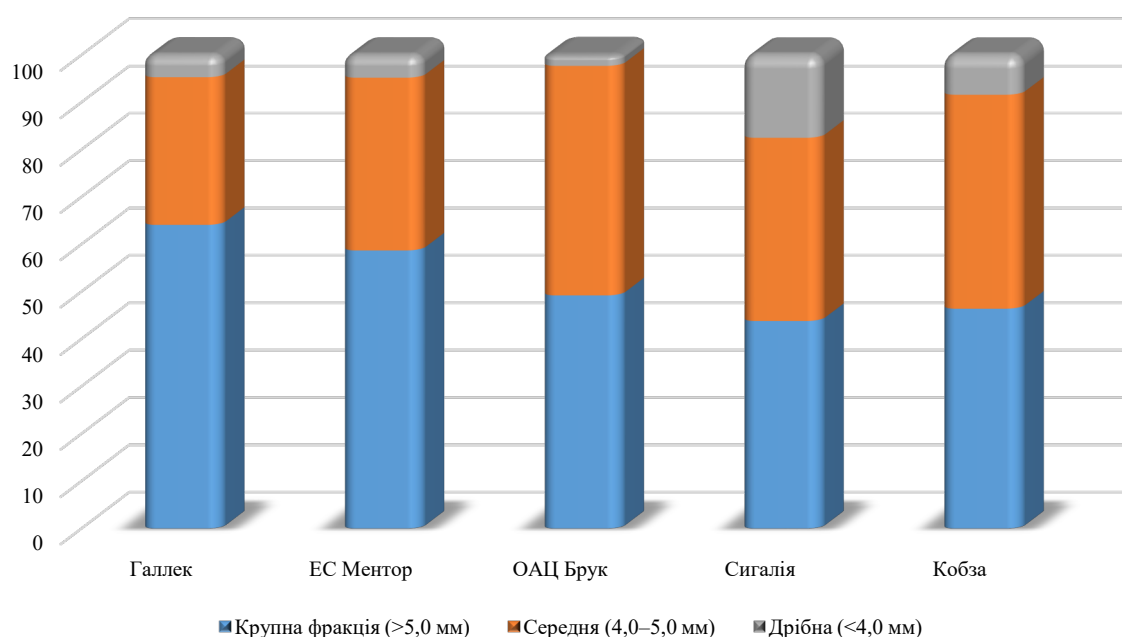


Рис. 1. Фракційний склад насіння сої залежно від сорту

Також важливим показником господарської цінності сої є маса 1000 насінин, яка визначає рівень виповненості зерна, а також вміст білка, що має ключове значення для харчового та кормового використання культури.

За результатами вимірювань встановлено, що найбільшу масу 1000 насінин мав сорт Галлек – 160 г, що свідчить про високу виповненість зерна. Дещо нижчі значення продемонстрували сорти ЕС Ментор – 156 г та ОАЦ Брук – 152 г. Найменшу масу 1000 насінин зафіксовано у сорту Сигалія – 146 г.

За вмістом білка перевагу мав сорт Галлек (34,2 %), незначно поступався йому сорт Кобза (33,8 %), тоді як найнижчий показник відзначено у сорту Сигалія (32,0 %). Це підтверджує, що між масою насіння та його білковістю простежується тенденція до оберненої залежності: сорти з більшою масою насіння не завжди характеризуються підвищеним умістом білка (*табл. 2*).

Отримані результати вказують, що сорт Галлек поєднує у собі високі показники маси 1000 насінин та вмісту білка, що робить його перспективним для вирощування в умовах Лісостепу України. Сорт

ЕС Ментор вирізняється стабільністю продуктивних ознак, тоді як Сигалія, попри нижчу масу насіння та вміст білка, може бути цікавою для господарств завдяки відносно раннім строкам досягання та потенціалу для використання у спеціалізованих технологіях (наприклад, для кормових цілей чи в умовах скороченого вегетаційного періоду).

Таблиця 2

Маса 1000 насінин та вміст білка у сортів сої в умовах Уманського району Черкаської області

Сорт	Маса 1000 насінин, г ($\pm\sigma$)	CV% маси	Вміст білка, % ($\pm\sigma$)	CV% білка
Галлек	160 $\pm$ 3,0	1,9	34,2 $\pm$ 0,6	1,8
ЕС Ментор	156 $\pm$ 3,0	1,9	33,5 $\pm$ 0,6	1,8
ОАЦ Брук	152 $\pm$ 3,0	2,0	32,5 $\pm$ 0,6	1,8
Сигалія	146 $\pm$ 3,0	2,1	32,0 $\pm$ 0,6	1,9
Кобза	151 $\pm$ 3,0	2,0	33,8 $\pm$ 0,6	1,8
НР ($p < 0,05$)	6,74	–	1,8	–

На графіку відображено співвідношення маси насіння та вмісту білка, що дає змогу візуально оцінити відмінності між сортами за цими показниками (*рис. 2*).

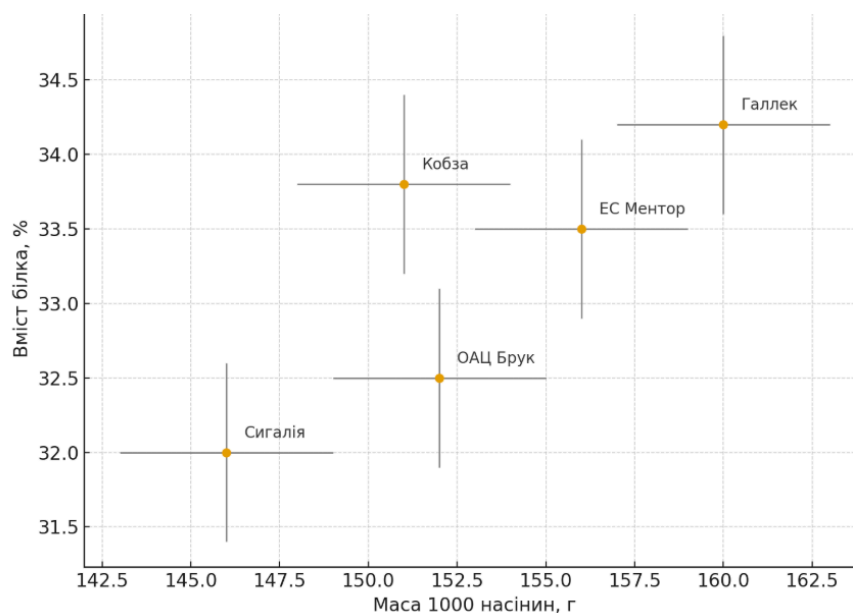


Рис. 2. Співвідношення маси 1000 насінин та вмісту білка у сортів сої в умовах Уманського району Черкаської області

Проведені дослідження показали, що фракційний склад насіння сої, маса 1000 насінин та вміст білка суттєво варіювали залежно від сортових особливостей. Найбільшу масу 1000 насінин мали сорти Галлек (160 г) та ЕС Ментор (156 г), тоді як у сорту Сигалія цей показник був найнижчим (146 г) і поєднувався з підвищеною часткою дрібної фракції (<4,0 мм – 17,5 %). Вміст білка у досліджуваних сортів коливався від 32,0 % (Сигалія) до 34,2 % (Галлек), що свідчить про відносно невелику амплітуду змін та загальну стабільність цього показника. Водночас простежувалася тенденція до оберненої залежності між масою насіння та його білковістю, підтверджена результатами

кореляційного аналізу. Отримані дані можуть бути використані для добору сортів, оптимальних для вирощування в умовах Центрального Лісостепу України, з урахуванням їхньої технологічної придатності та харчової цінності.

Висновки

На основі проведених досліджень встановлено, що сорти сої достовірно відрізнялися за фракційним складом насіння, масою 1000 насінин та вмістом білка. Найвищий відсоток крупної фракції (>5,0 мм) було зафіксовано у сортів Галлек (64,1 %) та ЕС Ментор (58,7 %), що свідчить про їх потенційну

придатність для отримання високоякісного посівного матеріалу. Сорти Кобза та ОАЦ Брук характеризувалися підвищеним вмістом середньої фракції (45,2 % і 48,5 % відповідно), що супроводжувалося зменшенням частки великого насіння.

Сорт Сигалія вирізнявся найменшою часткою крупної фракції (43,8 %) та найбільшою кількістю дрібного насіння (17,5 %), що може обмежувати його застосування у насіннєвому виробництві. Водночас він мав відносно високий вміст білка (32,0 %), що робить його перспективним для використання у харчовій промисловості та кормовиробництві.

Отримані результати підтверджують значну роль сортових особливостей у формуванні якісних і біохімічних характеристик насіння сої. Вони можуть бути використані для оптимізації добору сортів відповідно до виробничих завдань та напрямів використання культури в умовах Центрального Лісостепу України.

Конфлікт інтересів

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

References

- Biliavska, L. H., Biliavskiy, Y. V., Shapoval, O. S., & Panchenko, S. S. (2020). Current state and prospects of soybean seed breeding in the Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 45–52. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.05>
- DSTU 4138-2002 *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti*. Chynnyi vid 2004. (2004). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91465 [in Ukrainian]
- Kobak, S. Ya., Chorna, V. M., & Holovenko, Yu. O. (2024). The influence of retardants on the formation of soybean seed productivity. *Feeds and Feed Production*, 97, 40–50. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202497-04>
- Kokovikhina, O. S. (2022). The quality of soybean seeds and the mass of one thousand seeds depending on the variety composition, fertilization and plant protection under irrigation conditions in Southern Ukraine. *Interagency Thematic Scientific Collection «Irrigated Agriculture»*, 78, 57–62. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.78.9>
- Likhchvor, V., Protts, R., & Muhal, I. (2004). *Soia*. Lviv: Ukrainski tekhnolohii [in Ukrainian]
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). Global Agro-Ecological Zones. *FAO*. Retrieved from: <http://www.fao.org/nr/gaez/en/>
- Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo)*. Kherson: Hrin D. S. [in Ukrainian]
- Al-Tawaha, A. M., Seguin, P., Smith, D. L., & Bonnell, R. B. (2007). Irrigation level affects isoflavone concentrations of early maturing soya bean cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193 (4), 238–246. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037x.2007.00263.x>
- Assefa, Y., Bajjalieh, N., Archontoulis, S., Casteel, S., Davidson, D., Kovács, P., Naeve, S., & Ciampitti, I. A. (2018). Spatial characterization of soybean yield and quality (Amino Acids, Oil, and Protein) for United States. *Scientific Reports*, 8 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32895-0>
- Bellaloui, N., Bruns, H. A., Gillen, Anne. M., Abbas, H. K., Zablutowicz, R. M., Mengistu, A., & Paris, R. L. (2010). Soybean seed protein, oil, fatty acids, and mineral composition as influenced by soybean-corn rotation. *Agricultural Sciences*, 1 (03), 102–109. <https://doi.org/10.4236/as.2010.13013>
- Bellaloui, N., Bruns, H. A., Abbas, H. K., Mengistu, A., Fisher, D. K., & Reddy, K. N. (2015). Effects of row-type, row-spacing, seeding rate, soil-type, and cultivar differences on soybean seed nutrition under US Mississippi delta conditions. *PLOS ONE*, 10 (6), e0129913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129913>
- Boydak, E., Alpaslan, M., Hayta, M., Gerçek, S., & Simsek, M. (2002). Seed composition of soybeans grown in the Harran Region of Turkey as affected by row spacing and irrigation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (16), 4718–4720. <https://doi.org/10.1021/jf0255331>
- Jiang, G.-L., Chen, P., Zhang, J., Florez-Palacios, L., Zeng, A., Wang, X., Bowen, R. A., Miller, A., & Berry, H. (2018). Genetic analysis of sugar composition and its relationship with protein, oil, and fiber in soybean. *Crop Science*, 58 (6), 2413–2421. <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.03.0173>
- Masino, A., Rugeroni, P., Borrás, L., & Rotundo, J. L. (2018). Spatial and temporal plant-to-plant variability effects on soybean yield. *European Journal of Agronomy*, 98, 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.02.006>
- Rotundo, J. L., & Westgate, M. E. (2010). Rate and duration of seed component accumulation in water-stressed soybean. *Crop Science*, 50 (2), 676–684. <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.05.0240>
- Siamabele, B. (2021). The significance of soybean production in the face of changing climates in Africa. *Cogent Food & Agriculture*, 7 (1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2021.1933745>
- Sincik, M., Candogan, B. N., Demirtas, C., Büyükcangaz, H., Yazgan, S., & Göksoy, A. T. (2008). Deficit irrigation of soya bean [*Glycine max* (L.) Merr.] in a sub-humid climate. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194 (3), 200–205. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037x.2008.00307.x>
- Specht, J. E., Chase, K., Macrander, M., Graef, G. L., Chung, J., Markwell, J. P., Germann, M., Orf, J. H., & Lark, K. G. (2001). Soybean response to water: A QTL analysis of drought tolerance. *Crop Science*, 41 (2), 493–509. <https://doi.org/10.2135/cropsci2001.412493x>
- Shanmugasundaram, S., & Yan, M. R. (2004). Global expansion of high value vegetable soybean. *World Soybean Research Conference, 7th*. (pp. 915–920). Londrina: Brazilian Agricultural Research Corporation, National Soybean Research Center.
- Velasquez, M. T., & Bhatena, S. J. (2007). Role of dietary soy protein in obesity. *International Journal of Medical Sciences*, 4, 72–82. <https://doi.org/10.7150/ijms.4.72>
- Zhang, Q. Y., Li, Y. S., & Liu, X. B. (2015). Edible quality and its regulation in vegetable soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). In *ASA, CSSA, SSSA International Annual Meetings Nov* (pp. 15–18). Retrieved from: file:///D:/download/2014%20ASA%20Qiyuying%20poster_42x42-1.pdf

ORCID

V. Kravchenko 	https://orcid.org/0000-0003-4873-5367
N. Poltoretska 	https://orcid.org/0000-0001-9879-1872
L. Kononenko 	https://orcid.org/0000-0001-7037-2692
L. Vyshnevskaya 	https://orcid.org/0000-0001-9470-9050
N. Klymovych 	https://orcid.org/0000-0002-6373-8534



2025 by the author(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.

Yield and quality of winter bread wheat depending on sowing dates and methods: a review of global and domestic experience

R. Dudka✉ | V. Onipko

Article info

Correspondence Author

R. Dudka

E-mail:

roman.dudka@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Dudka, R., & Onipko, V. (2025). Yield and quality of winter bread wheat depending on sowing dates and methods: a review of global and domestic experience. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 103–108. doi: 10.31210/spi2025.28.03.17

The purpose of this article is to systematize and provide a comparative analysis of modern domestic and foreign scientific studies on the influence of sowing dates and methods on the yield and quality of winter wheat, as well as to identify promising approaches to adapting cultivation technologies under varying agro-climatic conditions. The paper presents a comprehensive review of contemporary domestic and international studies on the influence of sowing dates and methods on the yield and grain quality of winter bread wheat. Literature analysis shows that sowing time is a critical factor that determines the duration of autumn vegetation, tillering capacity, accumulation of reserve substances, and, consequently, the plant's adaptability to winter conditions. Early sowing generally ensures better root development, a stronger root system, a higher tillering coefficient, and contributes to the formation of heavier grains and improved protein quality. However, excessively early sowing under high-temperature conditions may lead to plant overgrowth, disrupted photoperiodism, and reduced winter hardiness. International studies pay particular attention to regional adaptation of sowing dates, the role of agroclimatic factors, the use of yield forecasting models (including neural networks, satellite monitoring, and NDVI analysis), and meta-analyses summarizing data from dozens of field trials. It has been established that a 10-day delay in sowing can reduce yield by 1.5–2.5 %, and in some cases by up to 48 %, depending on climatic conditions, water availability, and varietal traits. The optimal sowing window generally falls between the third decade of September and early October and should be adjusted based on weather patterns and crop rotation practices. Ukrainian studies emphasize regional specifics within Polissia, Forest-Steppe, and Steppe zones. The effectiveness of strip, narrow-row, and broadcast sowing methods has been noted, as they enhance photosynthetic activity, promote uniform crop density, reduce disease incidence, and optimize soil moisture regimes. Some experiments also highlight the role of the preceding crop and carbohydrate accumulation in tillering nodes as key yield-determining factors. The findings have practical significance for improving winter wheat cultivation technologies, adapting to climate change, increasing agroecosystem resilience, and ensuring consistently high grain quality within intensive agricultural production.

Keywords: winter bread wheat, sowing date, sowing method, grain yield, grain quality, agroclimatic adaptation, tillering, autumn vegetation, climate change, precision agriculture.

Урожайність і якість пшениці озимої залежно від строків і способів сівби: огляд світового та вітчизняного досвіду

Р. О. Дудка | В. В. Оніпко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Метою статті є систематизація та порівняльний аналіз сучасних вітчизняних і зарубіжних наукових досліджень щодо впливу строків і способів сівби на урожайність і якість пшениці озимої, а також визначення перспективних підходів до адаптації технологій вирощування в умовах різних агрокліматичних зон. У статті представлено комплексний огляд сучасних вітчизняних та зарубіжних досліджень щодо впливу строків і способів сівби на врожайність та якість зерна пшениці озимої. Аналіз літературних джерел свідчить, що строки сівби є критичним фактором, який визначає тривалість осінньої вегетації, здатність до кущення, накопичення запасних речовин і, відповідно, адаптацію рослин до зимових умов. Раннє висівання зазвичай забезпечує краще укорінення, потужнішу кореневу систему, вищий коефіцієнт кущення та сприяє формуванню більшої маси 1000 зерен і високої якості білкового комплексу. Разом із тим, надто рання сівба в умовах підвищеної температури може призводити до переростання рослин, порушення фотоперіодизму та зниження їх зимостійкості. У закордонних дослідженнях особлива увага приділяється регіональній адаптації строків сівби, ролі агрокліматичних чинників, використанню моделей прогнозування врожайності (включно з нейронними мережами, супутниковим моніторингом та NDVI-аналізом), а також метааналізам, які узагальнюють дані з десятків локацій. Доведено, що кожне відтермінування строку сівби навіть на 10 днів може знижувати урожай на 1,5–2,5 %, а в окремих випадках, до 48 % залежно від кліматичних умов, рівня забезпечення вологою та сортових особливостей. Оптимальні строки коливаються від третьої декади вересня до початку жовтня й повинні коригуватися залежно від погодних умов і типу попередника. У вітчизняному досвіді визначено регіональні особливості впливу строків і способів сівби, зокрема в умовах Полісся, Лісостепу та Степу України. Наголошено на ефективності стрічкового, вузькорядного та розкидного способів сівби, які покращують фотосинтетичну активність рослин, сприяють рівномірному формуванню густоти посіву, зменшують ризики ураження хворобами та оптимізують водний режим ґрунту. У деяких дослідженнях підкреслюється роль післядії попередників і накопичення вуглеводів у вузлах кущення як факторів, що формують потенціал урожайності. Результати огляду мають практичне значення для удосконалення технологій вирощування озимої пшениці, адаптації до кліматичних змін, підвищення стійкості агроценозів та забезпечення стабільно високої якості зерна в умовах інтенсивного агровиробництва.

Ключові слова: озима пшениця, строки сівби, способи сівби, урожайність зерна, якість зерна, агрокліматична адаптація, кущення, осіння вегетація, зміна клімату, точне землеробство.

Бібліографічний опис для цитування: Дудка Р. О., Оніпко В. В. Урожайність і якість пшениці озимої залежно від строків і способів сівби: огляд світового та вітчизняного досвіду. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 103–108.

Пшениця озима є стратегічно важливою культурою для забезпечення продовольчої безпеки багатьох країн, зокрема України, де вона займає провідні позиції у структурі посівних площ і валового збору зерна [10, 18, 20]. Успішне вирощування цієї культури значною мірою залежить від раціонального поєднання біологічного потенціалу сорту та оптимальних агротехнологій. Серед важливих чинників, що визначають урожайність і якість зерна, особливу роль відіграють строки та способи сівби [1, 3, 4, 9, 12, 13, 15, 22]. На фоні сучасних кліматичних змін, підвищеної погодної нестабільності восени та зростання ризиків перезимівлі, обґрунтування строків сівби набуває ще більшої актуальності. Вибір оптимального строку сівби дає змогу забезпечити належний розвиток рослин до зими – формування кореневої системи, куцистості, накопичення запасних вуглеводів – що є передумовою високої зимостійкості та продуктивності. Не менш важливим є і спосіб розміщення насіння, який впливає на щільність стеблостою, міжрослинну конкуренцію, фотосинтетичну активність та ефективність використання вологи й елементів живлення [5, 23, 28, 29].

Науковці багатьох країн активно досліджують залежність між агротехнічними прийомами сівби та кінцевими показниками урожаю [1, 4–6, 14, 15, 17]. Накопичено значний обсяг емпіричних даних, які свідчать про суттєвий вплив строків і способів сівби на морфогенез рослин, елементи структури врожаю, натуру, вміст білка та інші показники якості зерна.

Оптимізація строків сівби є однією з найважливіших складових технології вирощування озимої пшениці, яка безпосередньо впливає на ріст, розвиток, зимостійкість і продуктивність рослин [25]. Теоретичне обґрунтування цього агротехнічного прийому базується на взаємозв'язку між фазовим розвитком рослини, сумою ефективних температур, фотоперіодичною чутливістю культури та характером перебігу осінньої вегетації. Ранні строки сівби забезпечували формування добре розвиненої кореневої системи, продуктивної куцистості, накопичення вуглеводів у вузлах кушення та підвищення зимостійкості [3]. Рослини встигають досягти фази кушення або навіть виходу в трубку до настання несприятливих зимових умов, що дозволяє їм краще адаптуватися та забезпечує високий потенціал продуктивності навесні. У середньому за сівби 10 вересня пшениця озима накопичувала вдвічі більше вуглеводів і має вищу масу надземної частини, ніж за пізнього строку 10 жовтня.

Однак надто ранні строки можуть мати й негативні наслідки – надмірне переростання посівів, підвищення ризику ураження хворобами та шкідниками, розтягнення періоду вегетації й підвищене споживання вологи в умовах її обмеженого запасу. Пізні строки, у свою чергу, призводили до ослаблення рослин, зменшення їхньої зимостійкості та нерівномірного відновлення вегетації весною [2]. За пізнього строку сівби помітно знижувався інтенсивність кушення та коефіцієнт продуктивності рослин, що ускладнює формування оптимальної структури врожаю.

Міжнародні дослідження також підтверджують важливість адаптації строків сівби до регіональних умов. Зокрема, в роботах *Agronomy Research* зазначено, що навіть 7–10-денне відхилення від оптимального строку сівби може змінити продуктивність культури на 10–25 % залежно від умов року. Система точного землеробства дозволяє враховувати прогноз погоди, температуру ґрунту, вологосмість і генотипові особливості сортів для моделювання оптимального вікна сівби [3].

Огляд сучасних зарубіжних досліджень останніх років свідчить про зростаючу увагу до проблеми оптимізації строків сівби озимої пшениці, що зумовлено кліматичними змінами, потребою збереження стабільної врожайності та підвищення якісних показників зерна. У регіонах із континентальним кліматом, зокрема у північно-західному Китаї, встановлено тісний зв'язок між датою сівби та формуванням ключових елементів продуктивності. Так, X. Liu та ін. виявили, що сівба 25 вересня забезпечувала найкращі показники кушення, вмісту білка, маси 1000 зерен та врожайності (до 6,2 т/га), тоді як пізні строки (15 жовтня) призводили до скорочення вегетаційного періоду, зниження глютенного індексу та послаблення адаптивного потенціалу рослин [16]. Подібні висновки зроблено L. Zhao, J. Wang, які встановили, що зсув строку сівби навіть на 10 днів призводив до зменшення кількості продуктивних стебел, зниження індексу листової поверхні та погіршення білкових характеристик зерна. Оптимальне вікно сівби визначено як 5–15 жовтня для умов Хенаню, Китай [30]. У Саудівській Аравії, де переважають посушливі умови, S. Al-Otayk довів, що рання сівба (початок листопада) підвищувала кількість колосків, масу зерна, вміст білка, а також сприяє активному фотосинтезу. Навпаки, пізні строки спричиняли пригнічення вегетативного росту й погіршення морфометричних показників [1]. У системах сівозміни рис-пшениця Z. Li та ін. вказують на необхідність адаптивного підходу до строків сівби. Після пізнього збирання рису відбувалося зниження вологозабезпечення у верхньому горизонті ґрунту, що негативно впливало на схожість та ріст пшениці. Автори пропонують використовувати скоростиглі сорти рису для своєчасної сівби пшениці [29]. A. Dadras та E. Soltani провели мульти-регіональне дослідження та з'ясували, що рання сівба (перед 25 жовтнем) є ефективною тільки за умов достатньої вологи. У посушливих регіонах, натомість, рекомендовано дотримуватись стандартних строків або зміщувати сівбу на пізніші терміни, щоб уникнути стресу на ранніх фазах росту [7].

В умовах Туреччини W. Sarhadi et al. підкреслюють сортову чутливість до строків сівби: сорти з високим потенціалом кушення позитивно реагують на ранню сівбу, демонструючи підвищену врожайність і кращу масу зерна [22]. Аналіз експериментальних даних, проведений у роботі «Effects of Sowing Date Variation on Winter Wheat Yield: Conclusions for Suitable Sowing Dates for High and Stable Yield», демонструє високу негативну кореляцію між затримкою сівби та кінцевою врожайністю озимої пшениці [15]. Встановлено, що кожен день

відхилення від оптимальних строків посіву призводив до редукції врожайності приблизно на 1 %, що екстраполюється до зниження на 10 % за кожну декаду [15]. М. Li та Y. Gao довели, що ранній посів подовжує фазу наливу зерна, сприяючи кращому накопиченню білків, зокрема HMW-глютеніну, що покращує пекарські властивості борошна [23].

Метааналіз Agronomy Research Group підтвердив, що коливання строків сівби в межах 7–14 днів може призвести як до втрати 10 % урожаю, так і до зростання продуктивності на 20 %, залежно від регіональних умов та агрофонів [3].

Сучасні підходи до прогнозування врожайності також включають використання штучного інтелекту. E. Morales, Y. Fang розробили модель 2D deep regression, що базується на супутникових знімках NDVI, даних про вологість та строки сівби. Модель забезпечує точність прогнозу до 87 % [17].

P. Srivastava та ін. впровадили згорткові нейронні мережі (CNN) для прогнозу врожайності в умовах Німеччини, зокрема із врахуванням строків сівби та осіннього температурного режиму. Це дозволило застосовувати інструменти точного землеробства для агротехнічного планування [23]. Адаптація строків до регіональних умов, біологічних властивостей сортів і очікуваних кліматичних сценаріїв – ключ до оптимізації технологій вирощування.

Сучасні підходи до вибору строків сівби базуються на інтеграції трьох складових: агрокліматичних даних (середні багаторічні показники температури, опадів, ймовірність ранніх приморозків); фенологічної реакції сортів (тривалість вегетаційного періоду, фотоперіодична чутливість, темпи росту); технологічних факторів (система обробітку ґрунту, попередник, строки збирання попередньої культури, технічні можливості господарства) [26].

Значну роль у прогнозуванні ефективного строку сівби відіграє також накопичення сумарної кількості активних температур (SAT) до настання морозів. Відомо, що для проходження осінньої вегетації до фази кущення пшениці потрібно щонайменше 400–500°C SAT. Цей показник варто поєднувати з даними про вологість ґрунту, щоб забезпечити своєчасне проростання та ріст рослин [16].

Таким чином, вибір оптимального строку сівби є складним багатофакторним завданням, яке потребує адаптивного підходу та використання агрометеорологічного моделювання. Лише комплексне врахування сортових, екологічних і технологічних факторів дозволяє забезпечити стабільну врожайність та високу якість зерна в умовах кліматичних викликів.

Згідно із зональними рекомендаціями, у різних регіонах України оптимальні строки варіюють. У Поліссі – це 10–20 вересня, у Лісостепу – 15–25 вересня, у Степу – від 20 до 30 вересня [3, 13]. Варіативність обумовлена кліматичними особливостями, тривалістю осінньої вегетації, частотою посух, термінами збирання попередників і рівнем вологозабезпечення. В Україні Р. Narasym, R. Kisiel дослідили вплив строків сівби на продуктивність сорту «Кубус» у Лісостепу. Найвищу врожайність забезпечувала сівба з 25 вересня по 5 жовтня. Пізні

строки призводили до недорозвиненості кореневої системи та зниження продуктивного стеблостою [19].

Урожайність пшениці озимої безпосередньо залежить від фазового розвитку рослин восени та їх здатності накопичувати асимілянти до зимівлі. У працях [2, 25]. Зазначено, що ранні строки сівби (наприклад, 10 вересня) забезпечують більший обсяг теплових ресурсів для росту рослин восени – до 11,7°C щоденно більше, ніж за пізніх строків (10 жовтня). Це сприяє накопиченню вуглеводів (до 14,9 % цукрів), вищій масі надземної частини та листової поверхні (до 43,8 тис. м²/га), що позитивно впливає на зимостійкість.

У середньому відтермінування сівби на 10–30 днів призводить до зменшення врожайності на 8,4–28,7 % [25]. Аналогічно, дані І. Правдзівої та співавт. (2024) підтверджують, що за першого строку сівби формувалася вища маса 1000 зерен (до 45,5 г) та натура (785 г/л), що є показниками покращеної якості [21]. Світові дослідження також підтверджують взаємозв'язок між термінами сівби та накопиченням біомаси. У дослідженнях ізраїльських і канадських учених зафіксовано, що зміщення строків сівби на 10 днів уперед або назад може впливати на продуктивність культури на 10–20 %, залежно від умов року [1, 6].

Український досвід демонструє суттєву варіативність ефективних строків сівби залежно від зони вирощування: Полісся: оптимальні строки сівби становлять 10–20 вересня. У довготривалих дослідженнях [4, 25]. Встановлено, що рослини, висіяні 10 вересня, щоденно восени отримували на 11,7°C більше тепла, ніж за пізнього строку (10 жовтня), що сприяло активнішому росту та розвитку. Середня маса рослин при ранньому строку була у 2,3–13,9 разів більшою, ніж при пізньому. Також зафіксовано, що вміст цукрів у тканинах за сівби 10 вересня становив 14,9 %, що в 2,1 рази перевищувало відповідний показник за пізнього строку. Такі результати свідчать про підвищену зимостійкість та потенціал продуктивності за ранньої сівби;

Лісостеп: ефективним виявився строк 15–25 вересня. Дослідники зазначають, що строки сівби впливають не лише на морфологічні характеристики, а й на фотосинтетичний потенціал – він найвищий за сівби в III декаді вересня. Продуктивність спелти досягає 6,43 т/га, а натура – до 758 г/л [9, 10, 28].

Північний Степ: результати Я. Астахової свідчать про оптимальність строку 22 вересня, що забезпечувала найвищу кількість продуктивних стебел, масу зерна з колоса та вміст білка в зерні. Пізні строки (7 жовтня) знижують урожайність на 15–30 % [2].

Південний Степ: дослідження А. Кривенка, С. Почколіної та Н. Безеде показали чіткий взаємозв'язок між строками сівби й формуванням якісних ознак зерна – білок, клейковина, натура [12]. Встановлено, що ранні строки сприяли накопиченню водорозчинних вуглеводів до зимівлі. У межах усіх зон особливе значення мають погодні умови конкретного року. Наприклад, у дослідженнях В. Кочмарського розглянуто вплив строків сівби на посівні якості насіння пшениці м'якої озимої в умовах

Правобережного Лісостепу України, який встановив, що зміщення строків сівби істотно впливає на схожість, енергію проростання та силу росту насіння. Оптимальні строки забезпечували формування високоякісного насіннєвого матеріалу з високим рівнем посівних якостей, тоді як запізнення сівби з нижувало ці показники [13]. Окрім строків сівби, важливим елементом технології вирощування є спосіб розміщення насіння. Суцільний, стрічковий, широкорядний або вузькорядний методи сівби формують просторову структуру посівів, що суттєво впливає на фотосинтетичну активність, конкурентні взаємодії рослин, ефективність живлення та вологоспоживання. За даними досліджень вчених [11], при сівбі пшениці озимої після ріпаку озимого в умовах Степу, варіанти з нормою висіву 5,0–5,5 млн схожих зерен/га при вузькорядному способі забезпечили найвищу врожайність – до 5,24 т/га. У свою чергу, суцільна сівба давала щільний стеблостій, що погіршувало аерацію та сприяло розвитку хвороб.

Альтернативні методи, як-от стрічкова або щільна сівба, набувають поширення за умов зрошення або недостатнього вологозабезпечення. Вони дозволяють ефективніше використовувати вологу та світло, що особливо актуально в південних регіонах України. У цьому контексті важливим є також глибина загортання насіння – надмірно глибоке закладання знижує польову схожість, особливо в умовах ущільнених ґрунтів.

У роботі М. Свідерко, А. Шувар, Л. Ткаченко підкреслено, що навіть за однакових строків сівби, спосіб сівби може змінювати фотосинтетичну продуктивність на 10–15 %, що вказує на необхідність адаптивного підходу до вибору технологічного прийому [24].

Окрім врожайності, не менш важливою є якість зерна – натура, маса 1000 зерен, вміст білка, сирієї клейковини та склоподібність. У більшості досліджень показано, що пізні строки сівби часто забезпечують кращу натуру та склоподібність зерна, однак за рахунок зниження врожайності [20, 21, 27]. У південному Степу встановлено, що найвища склоподібність (до 97,7 %) досягалася у сорту Бурштин при вирощуванні по чорному пару за оптимального строку сівби (22 вересня) і внесення повного добрива з підживленням у фазу кушіння. При цьому, сорт Ластівка одеська мав вищу реакцію на агрофон, тоді як Голубка – на строк сівби [2].

Інші автори наголошують на складній взаємодії генотипу, погодних умов та технологічних чинників [12]. Наприклад, навіть при зниженні врожайності, білок і клейковина за пізньої сівби іноді зростають. Це пояснюється зменшенням вегетативної маси та відповідним перерозподілом асимілатів на генеративні органи.

Значний вплив на ефективність сівби справляють попередники. У дослідженні О. Демидова та ін. доведено, що після гороху та ріпаку формується краща структура ґрунту, що забезпечує рівномірне розміщення насіння та кращі умови для проростання [8]. У дисертаційній роботі Я. Астахова визначено, що після ранніх попередників строки сівби можуть бути трохи зсунуті, однак рання сівба все

одно забезпечує кращі показники росту, розвитку та вмісту цукрів у вузлах кушення – до 39,7 % у сорту Ластівка. Погодні умови року – ключовий модифікуючий чинник. Як зазначає дослідниця, осіннє потепління або періоди вологозабезпечення можуть змішувати межі оптимального строку на 7–10 днів. Кліматичні аномалії, як-от коротка осінь чи рання зима, особливо небезпечні при запізній сівбі. Саме тому виникає потреба адаптивних моделей прогнозування агротехнічних рішень [2].

Сучасна селекція активно працює над створенням сортів з підвищеною пластичністю щодо строків сівби. За даними Білоцерківського національного аграрного університету), у селекційному процесі використовується принцип внутрішньовидової гібридизації з географічно віддаленими формами, що дозволяє розширити адаптивний потенціал. Найперспективніші з них – Легенда білоцерківська, Голубка одеська, Аттергауер Дінкель [2]. Вони демонструють стабільні показники врожайності навіть за стресових умов. Наприклад, сорт Аттергауер Дінкель показав найвищу продуктивну кущистість – 1,6 стебла/рослину та високий фотосинтетичний потенціал – до 2,15 млн м²/га×діб [28]. Особливості селекційної реакції на строки сівби підтверджено й у дослідженнях Лапка та ін. (2025), де сорти Юзовська і Вежа суттєво відрізнялися за довжиною колоса, коефіцієнтом кушення та реакцією на погодні умови. Проведений аналіз доводить, що: оптимальні строки сівби пшениці озимої коливаються в межах 10–25 вересня залежно від зони вирощування; способи сівби (особливо вузькорядні) можуть покращити структуру врожаю і продуктивність; якість зерна (натура, білок, клейковина) тісно пов'язана з умовами осінньої вегетації, агрофоном і сортовими особливостями; кліматичні зміни вимагають гнучких технологій, здатних адаптуватися до щорічних коливань погоди; селекційні досягнення дозволяють створювати сорти з високим адаптивним потенціалом до різних агрокліматичних умов.

Таким чином, впровадження зонально адаптованих технологій сівби та використання пластичних сортів є ключем до підвищення ефективності вирощування пшениці озимої в сучасних умовах. Отримані результати мають практичне значення для вдосконалення технологій вирощування озимої пшениці, адаптації до зміни клімату, підвищення стійкості агроєкосистеми та забезпечення стабільно високої якості зерна в умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва. Подальші дослідження мають бути зосереджені на інтеграції даних агрометеорологічного моніторингу, виведенні нових сортів із ширшою адаптивністю, точному агрономічному плануванню та цифрових технологіях для управління термінами сівби.

Висновки

Метою оглядової статті є систематизація та порівняльний аналіз сучасних вітчизняних і зарубіжних наукових досліджень щодо впливу строків і способів сівби на урожайність і якість пшениці озимої, а також визначення перспективних підходів

до адаптації технологій вирощування в умовах різних агрокліматичних зон.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що строки сівби є одним із визначальних факторів продуктивності озимої пшениці. Ранні строки забезпечують інтенсивніший ріст і розвиток, кращу кореневу систему та підвищену зимостійкість, проте надмірне випередження може призводити до переростання рослин та зниження їх стійкості до стресових умов. Пізні строки сівби, навпаки, обмежують осінній розвиток і формування продуктивних стебел, що негативно позначається на врожайності й якості зерна. Оптимальний період сівби варіює залежно від ґрунтово-кліматичних умов та зон вирощування, а його дотримання є запорукою стабільно високих показників.

Визначено, що спосіб сівби також суттєво впливає на структуру врожаю, фотосинтетичну продуктивність і фітосанітарний стан посівів. Вузькорядні, стрічкові та інші технологічні прийоми сприяють підвищенню врожайності, рівномірності сходів і якості зерна. Значний вплив мають також попередники, агрофон та особливості сортів.

З'ясовано, що зміна клімату зумовлює необхідність гнучкого підходу до вибору строків і способів сівби. Використання цифрових технологій, моделей прогнозування врожайності та результатів агрометеорологічного моніторингу дозволяє підвищити точність агротехнічних рішень і знизити ризики втрати врожаю.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження доцільно зосередити на інтеграції даних агрометеорологічного моніторингу, селекції нових сортів із розширеним адаптивним потенціалом, точному агрономічному плануванні та цифрових технологіях управління строками посіву. Важливим напрямом є також розробка адаптивних моделей сталого землекористування, які враховують кліматичні ризики й забезпечують підвищення стійкості агроєкосистем.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Al-Otayk, S. (2010). Performance of yield and stability of wheat genotypes under high stress environments of the central region of Saudi Arabia. *Journal of King Abdulaziz University-Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Sciences*, 21 (1), 81–92. <https://doi.org/10.4197/met.21-1.6>
2. Astakhova, Y. V. (2020). The quality of winterwheat grain depending on sowing time and fertilization. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 28–34. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.03>
3. Bagherikia, S., Soughi, H., Khodarahmi, M., & Naghipour, F. (2025). The effect of sowing dates on grain yield and quality in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Science & Nutrition*, 13 (5). <https://doi.org/10.1002/fsn3.70035>
4. Bilyuk, A. P., Garbar, L. A., & Ciganchuk, S. M. (2012). The influence of cultivation technology elements on winter wheat productivity under conditions of western Polissya of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 68–71. <https://doi.org/10.31210/visnyk2012.03.13>
5. Chen, J., Wang, J., Wang, J., Wang, Z., Zhao, L., Yan, Y., Li, J., Xu, H., Sun, C., & Liu, T. (2025). Investigating the impact of sowing date on wheat leaf morphology through image analysis. *Agriculture*, 15 (7), 770. <https://doi.org/10.3390/agriculture15070770>
6. Copeland, J. P., Pennington, D., & Singh, M. P. (2023). Maximizing winter wheat yield through planting date and seeding rate management. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 9 (2). <https://doi.org/10.1002/cft2.20240>
7. Dadrasi, A., Soltani, E., Makowski, D., & Lamichhane, J. R. (2024). Does shifting from normal to early or late sowing dates provide yield benefits? A global meta-analysis. *Field Crops Research*, 318, 109600. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109600>
8. Demydov, O., Derhachov, O., Siroshant, A., Kavunets, V., Zaima, O., Shevchenko, T., & Bordiuh, A. (2024). Influence of previous crops and sowing terms on yield and sowing qualities of soft winter wheat seeds. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 75 (1), 46–55. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-1-4](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-1-4)
9. Dudka, R. O., & Onipko, V. V. (2024). Vplyv strokiv sivbi na urozhajnist ta yakist pshenicy ozimoyi v umovah Livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. *Treti Sazanovski chitannya: «Viktor Sazanov: znakova postat agrarnoyi nauki ta osviti»: materialy kruglogo stolu prisvyachenogo 145-richchyu vid dnya narodzhennya Viktora Ivanovicha Sazanova, m. Poltava, 11 kvitnia 2024 r.* (pp. 36–40). Poltava: Astraya [in Ukrainian]
10. Dudka, R. O., & Onipko, V. V. (2025). Vibir optimalnoyi tehnologiyi sivbi ozimoyi pshenicy v umovah Livoberezhnogo Lisostepu Ukrainy. *Chetverti Sazanovski chitannya: Agrarna nauka i osvita: postati, здобутки, перспективи: materialy vseukrainskoi naukovo- praktychnoi konferentsii prisvyachena 105-richchyu zasnuvannya Poltavskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu ta Navchalno- naukovoogo institutu agrotehnologij, selekciyi ta ekologiyi, m. Poltava, 25 bereznia 2025 r.* (pp. 61–64). Poltava: RVV PDAU [in Ukrainian]
11. Gyrka, A. D., Pedash, O. O., Kulyk, I. O., Viniukov, O. O., Ischenko, V. A. (2017). Productivity of winter wheat after winter rape regards sowing time and seeding rate in Ukrainian Step conditions. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (1), 30–36.
12. Krivenko, A. I., Pochkolina, S. V., & Bezede, N. G. (2019). Productivity and quality of grain of promising varieties of winter wheat at different sowing periods in the conditions of the southern Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 107, 78–85. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.10>
13. Kochmarskyi, V. S. (2008). Posivni yakosti nasinnia pshenytsi m'iakoi ozymoi zalezno vid strokiv sivby v umovakh Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy. *Nasimnytstvo*, 5, 15–18. [in Ukrainian]
14. Lytvynenko, M. A., & Lifenko, S. P. (2004). Vplyv strokiv sivby i subletalnykh zymovykh temperatur na vyzhyvanist ta vrozhaist ozymoi pshenytsi. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5, 27–31. [in Ukrainian]
15. 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>
16. Liu, J., Shen, Y., Zeng, C., Zhang, J., Shi, S., Xue, L., Jia, Y., Li, J., & Liang, X. (2025). Effects of sowing time on yield and quality of winter and spring wheat varieties. *Sustainability*, 17 (6), 2479. <https://doi.org/10.3390/su17062479>
17. Morales, E., & Fang, Y. (2021). Early yield prediction of winter wheat using two-dimensional deep regression and sowing data. *arXiv preprint*. 2021. Retrieved from: <https://arxiv.org/abs/2111.08069>
18. Petrychenko, V., & Kornijchuk, O. (2018). Factors of stabilization of production of grain of winter wheat in Right-bank Forest-Steppe region. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 96 (2), 17–23. <https://doi.org/10.31073/agroviznyk201802-03>

19. Petrychenko, V. F., Lykhochvor, V. V., Kornichuk, O. V., & Olifir, Y. M. (2021). The yield of winter wheat depending on sowing terms. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (3), 161–166.
20. Pol'ovyy, V., Lukaschuk, L., & Guk, L. (2018). Efficiency of intensification of technique of growing winter wheat in Western Forest-Steppe. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 96 (11), 35–40. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-05>
21. Pravdziva, I., Vasylenko, N., Khoroshko, N., & Zaima, O. (2024). Variability of the weight of 1000 grains and the nature of the grain of winter wheat depending on sowing dates. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 76 (1), 58–68. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(76\)-1-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-1-6)
22. Sarhadi, W. A., Yousofzai, W., Shams, S., Sahes, A. K., & Rateb, A. (2024). Sowing dates effects and varieties comparison and their interaction on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 12 (s1), 2015–2020. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v12is1.2015-2020.6927>
23. Srivastava, P., Müller, H., & Reichelt, S. (2021). CNN-based yield forecasting of winter wheat using environmental and phenological data. *arXiv preprint*. Retrieved from: <https://arxiv.org/abs/2105.01282>
24. Sviderko, M. S., Shuvar, A. M., & Tkachenko, L. Yu. (2015). Fotosintetichna produktivnist roslin ozimoyi pshenici zalezho vid strokiv sivbi. *Peredhirne ta Hirske Zemlerobstvo i Tvarynnytstvo*, 58 (2), 90–97. [in Ukrainian]
25. Tishchenko, V. N., Tomina, M. V., & Dubenets, M. V. (2014). Formuvannya ta minlyvist oznak u pshenitsi ozymoyi v stresovykh umovakh seredovyshcha. *Sortovyvchennya ta Okhorona Prav na Sorty Roslyn*, 2, 18–22. [in Ukrainian]
26. Ulich, O. L. (2014). Vplyv strokiv sivbi na realizaciyu potencialu produktivnosti suchasni sortiv pshenici. *Plant Varieties Studying and Protection*, 4, 58–62.
27. Yarchuk, I. I., & Melnik, T. V. (2018). Stroki sivbi i normi visivu pshenici tverdoyi ozimoyi. *Grain Crops*, 2 (1), 94–100. [in Ukrainian]
28. Zaika, Ye. V. (2020). Assessment of winter bread wheat samples for yield and ecological plasticity. *Faktori Eksperimental'noi Evolucii Organizmiv*, 27, 232–238. <https://doi.org/10.7124/feeo.v27.1332>
29. Zhang, Z., Cheng, S., Fan, P., Zhou, N., Xing, Z., Hu, Y., Xu, F., Guo, B., Wei, H., & Zhang, H. (2023). Effects of sowing date and ecological points on yield and the temperature and radiation resources of semi-winter wheat. *Journal of Integrative Agriculture*, 22 (5), 1366–1380. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.08.029>
30. Zhao, H., Zhou, G., Qi, Y., Geng, J., Tian, X. (2024). Effects of sowing date adjustment on yield and quality of winter wheat and summer maize in Northern area of North China. *Scientia Agricultura Sinica*, 57 (15), 2964–2985.

ORCID

R. Dudka 
V. Onipko 

<https://orcid.org/0009-0001-7867-6882>

<https://orcid.org/0000-0002-2260-971X>



2025 by the author(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.

Impact of burning crop residues on mycorrhizal fungi in soil, urease activity, and mung bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) growth

W. A. Kadhem¹ | K. A. Hussein² | A. H. Abud¹

Article info

Correspondence Author

W. A. Kadhem

E-mail:

khalid.a@uokerbala.edu.iq

¹ Department of Planning and Follow-up, Directorate of Agriculture in Holy Karbala, Karbala Governorate, 56001, Karbala, Iraq

² College of Science, University of Kerbala, Karbala City, 56001, Iraq

Citation: Kadhem, W. A., Hussein K. A., & Abud, A. H. (2025). Impact of burning crop residues on mycorrhizal fungi in soil, urease activity, and mung bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) growth. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 109–115. doi: 10.31210/spi2025.28.03.18

This research focuses on the effect of burning crop residues on the total number of spores of mycorrhizal fungi, the activity of some soil enzymes, and the growth of the mung bean (*Vigna radiata*), in which 12 soil samples were collected before and after burning plant residues, one sample every 15 days, in addition to estimating the enzyme activity of urease (urea aminohydrolase, EC 3.5.1.5). The Completely Randomized Design (CRD) was used. Data were analyzed statistically using the computer, and LSD values were used to compare the averages of the coefficients at the 0.05 probability level in all experiments. Results shown a significant decrease in the number of mycorrhiza spores, as the first burning period recorded a percentage of 22.7 %, while the second period recorded a non-significant decrease of 2.5 %. As for the urease enzyme, a significant increase in its activity was observed with an increase of 22.9 % after the first period of burning, followed by a decrease of 24.0 % during the second. To determine the impact of burning crop residues on the germination and growth of mung bean, its seeds were grown in plastic containers containing burned and unburned soil under recorded conditions of light, humidity and temperature for 15 days, the results shown a decrease in the germination rate of seeds planted in burned soil as well as the dry root weight and the seedling vigor, while both the seedling dry root weight of the seedling and height increased. In response to burning, the chlorophyll A, B, and total chlorophyll content in mung bean leaves grown in burned soil was lower than that in unburned soil. Thus, burning plant residues led to a reduction in the number of mycorrhizal fungi, affected urease enzyme activity (which did not recover even after three months), and had an adverse effect on soil enzymes, although burning stimulated certain aspects of mung bean growth as measured by dry mass and chlorophyll content.

Keywords: crop residues, Mycorrhizal fungi, urease enzyme, plant growth.

Вплив спалювання рослинних залишків на показники кількості мікоризних грибів у ґрунті, активності уреазі та процесу проростання бобів машу звичайного (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek)

В. А. Кадхем¹ | К. А. Хусейн² | А. Х. Абуд¹

¹ Відділ планування та подальшої діяльності, Управління сільського господарства у Священній Кербелі, м. Кербела, Ірак

² Науковий коледж університету Кербели, м. Кербела, Ірак

У цьому дослідженні основна увага приділялася впливу спалювання в полях рослинних залишків на показники загальної кількості спор мікоризних грибів у ґрунті, активності деяких ґрунтових ферментів та зростання машу звичайного (*Vigna radiata*). Для досліду було відібрано 12 зразків ґрунту до та після проведення спалювання рослинних залишків, по одному зразку кожні 15 днів, в яких проведено визначення активності ферменту уреазі (карбамід-аміногідролаза, КФ 3.5.1.5). Щоб з'ясувати вплив спалювання рослинних залишків на процес проростання бобів машу звичайного, його вирощували в пластикових контейнерах (останні містили ґрунт після спалювання рослинних залишків та ґрунт на якому спалювання не здійснювалося), за оптимального освітлення, вологості та температурного режиму упродовж 15 днів. Результати досліджень показали значне зниження кількості спор мікоризних грибів, зокрема, за першого спалювання цей показник знизився до 22,7 % порівняно з показником до спалювання. Після повторного (другого) спалювання кількість спор мікоризних грибів знизилася на 2,5 % порівняно з показником до проведення спалювання. Встановлено, що активність ферменту уреазі значно збільшилася на 22,9 % після першого спалювання, однак вже після повторного (другого) спалювання вона знизилася на 24,0 % порівняно з показником до спалювання. Також результати досліджень вказують на подовження терміну проростання насіння машу звичайного який висаджувалися у ґрунт після спалювання рослинних залишків, а також зниження показника сухої ваги кореня сіянців та сили їх проростання. Натомість за використання як субстрату ґрунту, на якому спалювання не здійснювалося зафіксовано збільшення сухої ваги коріння сіянців та сили їх проростання. Таким чином, спалювання рослинних залишків призводить до зниження в ґрунті кількості мікоризних грибів та порушення активності ферменту карбамід-аміногідролаза (КФ 3.5.1.5), що свідчить про негативний вплив процесів горіння на активність ґрунтових ферментів й подальшу непридатність таких ґрунтів для ефективного вирощування машу звичайного.

Ключові слова: рослинні залишки, мікоризні гриби, карбамід-аміногідролаза, проростання рослин.

Бібліографічний опис для цитування: Кадхем В. А., Хусейн К. А., Абуд А. Х. Вплив спалювання рослинних залишків на показники кількості мікоризних грибів у ґрунті, активності уреазі та процесу проростання бобів машу звичайного (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek). *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 109–115.

Introduction

Plant residues or crop residues are rich in carbon biomass left in the field after harvesting the economic part of the plant. The amount of plant residues increases year after year. Burning is one of the most commonly used methods for managing plant residues. Burning these residues has become an important issue in agricultural systems due to the release of pollutants and soil degradation [1].

The burning of crop residues can temporarily improve soil fertility and productivity, as soil fertility is closely related to the physical, chemical and biological properties of the soil that are naturally associated with the stock of organic matter. Burning is also used to remove plant residues after harvest and to reduce the effects of residues that may be toxic to soil microorganisms and subsequent crops [2].

The use of burning has led to numerous studies on the effects of this process on the biological components of the soil, as there is a close relationship between burning processes and the physical and biological properties of the soil. This relationship is mediated by changes that occur as a result of burning processes [3]. Burning plant residues alters the biochemical balance of the soil by releasing the chemical energy stored in the plant residues and introducing organic and inorganic materials into the ecosystem. In lands where the growth rate exceeds the decomposition rate, the stored organic materials are released [4].

The aim of the study

This study aimed to examine the effects of burning plant residues on mycorrhizal fungi, urease enzyme activity, and plant growth, all of which are directly linked to soil fertility.

Materials and methods

Agricultural land location and Soil sampling.

The agricultural land was located in the Shariah area located northwest of the holy governorate of Karbala, which was planted with eggplant during the first burning period, while it was planted with wheat during the second burning period. Crop residues were burned, as the burning took place at the beginning of November 2020, and samples were taken from the uncultivated land. The burned soil layer extended to a depth of 5–15 cm from the surface, and samples were collected, packed in sterile polyethylene bags and transported directly to the

laboratory. The soil was sieved through a 2 mm mesh before testing. There are two burning periods per year for crop residues in this region. Samples were collected continuously (12 samples total), one sample every 15 days, with 6 samples after the first burning process for the period from (15/11/2020) until (02/01/2021), and 6 other samples after the second burning process for the period from (01/05/2021) to (15/07/2021), the sampling process followed to the method described by [2].

The effect of burning crop residues on the number of spores of mycorrhizal fungi in the soil.

To determine this effect, 100 g of soil were mixed with 500 ml of distilled water to make a suspension, which was left to settle for 10 minutes and then filtered through Whatman No. 42 filter paper. Then the soil particles suspended at the bottom were removed by opening the burette tap, and the burette was washed several times so that the adhering spores fell onto the filter paper (100× magnification) [5, 6].

The effect of burning crop residues on the urease activity.

Urease activity.

The activity of the enzyme was estimated by taking 1 g of soil, placing it in a test tube, and adding 0.1 M phosphate buffer (pH 7.2) and 1 ml of 3% urea solution. The mixture was incubated in 37 °C water bath for 20 minutes, followed by addition of 40 ml of KCl (0.5M), 5 ml of phenol nitro prusside solution, and 5 ml alkaline sodium hypochlorite solution. The absorbance was measured at a wavelength of 630 nm, and the enzyme activity was calculated using on the ammonia standard curve [7].

Statistical analysis.

The Completely Randomized Design (CRD) was used. Data were analyzed statistically using the computer, and LSD values were used to compare the averages of the coefficients at the 0.05 probability level in all experiments [8].

Results and discussion

The effect of burning crop residues on the spores of mycorrhizal fungi.

The results shown in **Table 1** indicate that burning the plant residues significantly reduced the number of mycorrhizal spores from 50.12 spores/g in the unburned soil to 38.76 spores/g in burned soil, representing a decrease of about 22.7 % after the first burning period.

Table 1

The effect of burning crop residues on spores of mycorrhizal fungi after the first burning period from 11/15/2020 to 02/01/2021

Soil type	Total number of mycorrhiza spores, spores/g							
	Duration after burning, days							
	Before burning	15	30	45	60	75	90	MEAN
Unburned	42.48	48.89	50.00	51.43	52.00	52.70	53.34	50.12
Burned	42.48	31.11	30.12	38.10	39.37	42.54	47.60	38.76
Least significant difference LSD at the level of significance 0.05			12.205					4.613
MEAN	42.48	40.00	40.06	44.77	45.69	47.62	50.47	
Least significant difference LSD at the level of significance 0.05			8.630					

Table 1 shows that the period following the burning of plant residues affected the number of mycorrhizal cells, and time led to an increase in their number, reaching 50.47 spores/g after 90 days compared to 40 spores/g at the start of the first burning period.

The total number of mycorrhizal spores in the unburned soil was 42.48 spores/g, increasing after 90 days to 53.34 spores/g, i.e. an increase of 25.56 %. In burned soil, the total number of mycorrhizal spores increased from 42.48 spores/g to 47.60 spores/g after 90 days, i.e., by 12 %. Significant differences were observed between treatments after 90 days, indicating an effect of burning on the development

of the mycorrhizal spore community after the first burning period.

The same table indicates that the interaction between soil type and time after burning resulted in a statistically significant difference in spore numbers. Unburned soil recorded the highest number after 90 days (53.34 spores/g), while burned soil had the lowest (31.11 spores/g) after 15 days of burning.

The results in **Table 2** show that burning plant residues during the second period caused a non-significant decrease in mycorrhizal spore numbers – 51.00 spores/g in burned soil compared to 52.32 spores/g in unburned soil (a 2.5% reduction).

Table 2

The effect of burning crop residues on spores of mycorrhizal fungi after the second burning period from 01/05/2021 to 15/07/2021

Soil type	Total number of mycorrhiza spores, spores/g							
	Duration after burning, days							
	After burning	15	30	45	60	75	90	MEAN
Unburned	50.64	50.00	50.80	52.50	52.55	54.61	55.11	52.32
Burned	50.64	46.90	50.77	51.30	52.07	52.57	52.75	51.00
Least significant difference LSD at the level of significance 0.05				7.207				2.724
MEAN	50.64	48.45	50.79	51.90	52.31	53.59	53.93	
Least significant difference LSD at the level of significance 0.05				5.096				

Table 2 shows that the duration after burning affected spore costs, causing an increase in the number of mycorrhizal spores, reaching 53.93 spores/g after 90 days compared to 48.45 spores/g at 15 days.

In unburned soil, spore numbers rose from 50.64 to 55.11 spores/g after 90 days (an increase of 8.8 %). In burned soil, they rose from 50.64 to 52.75 spores/g (an increase of 4.2 %). Significant differences in spore numbers were observed after 90 days, indicating that burning influenced the development of the mycorrhizal community after the second burning period.

The interaction between soil type and time after burning also had a statistically significant effect.

In burned soil, the lowest number of spores (46.90 spores/g) was recorded after 15 days of burning. The obtained results differed from those of [9], who found that burning operations increased mycorrhizal fungi populations.

The effect of burning crop residues on urease activity.

The results shown in **Table 3** indicate that burning crop residues had a significant effect on increasing the urease enzyme activity. It increased from 7.36 units/ml in unburned soil to 9.53 units/ml in burned soil after the first burning period, representing an increase of 22,9 %.

Table 3

The effect of burning crop residues on the activity of the urease enzyme after the first burning period from 11/15/2020 to 02/01/2021

Soil type	The enzymatic activity of the urease enzyme, unit.ml-1							
	Duration after burning, days							
	Before burning	15	30	45	60	75	90	MEAN
Unburned	6.03	5.23	5.7	5.93	8.52	8.54	11.58	7.36
Burned	6.03	6.72	7.07	9.7	12.28	12.36	12.55	9.53
Least significant difference LSD at the level of significance 0.05				2.651				1.002
MEAN	6.03	5.98	6.39	7.82	10.40	10.45	12.07	
Least significant difference LSD at the level of significance 0.05				1.874				

Table 3 indicates that there was no significant effect immediately after burning, but after 30 days the enzymatic activity began to increase. After 45, 60, 75, and 90 days, urease activity reached 7.82, 10.40, 10.45, and 12.07 units/ml, respectively, during the first burning period.

The same table shows that the lowest urease activity (5.23 units/ml) was recorded 15 days after burning in unburned soil, while the highest activity (12.55 units/ml) was observed in burned soil after 90 days – an increase of approximately 140 %.

The interaction between soil type and time after burning had no significant effect, but the general trend indicated that enzyme activity increased with time following burning.

The results in **Table 4** show that burning residues during the second period significantly decreased urease activity, from 10.25 units/ml to 7.79 units/ml in burned soil – a reduction of 24,0 % after the second burning. The same table indicates that there was a non-significant effect on the activity of the urease enzyme. The lowest activity was recorded 15 days after the burning process and

amounted to 3.54 units/ml for burned soil, while the unburned soil recorded, after 90 days, the highest enzyme

activity, amounting to 16.47 units/ml, with a decrease of 79 % after the second burning period.

Table 4

The effect of burning crop residues on the activity of the urease enzyme after the second burning period from 01/05/2021 to 15/07/2021

Soil type	The enzymatic activity of the urease enzyme, unit.ml-1							
	Duration after burning, days							
	Before burning	15	30	45	60	75	90	MEAN
Unburned	12.10	5.89	7.85	8.65	9.03	11.77	16.47	10.25
Burned	12.10	3.54	5.11	7.46	7.85	8.64	9.81	7.79
Least significant difference LSD at the level of significance 0.05			3.421					1.293
MEAN	12.10	4.72	6.48	8.06	8.44	10.21	13.14	
Least significant difference LSD at the level of significance 0.05			2.419					

Table 4 indicates that there was no significant difference immediately after burning, but after 90 days, urease activity increased to 13.14 units/ml during the second burning period. The interaction between the post-burning period and soil type produced statistically significant differences in urease activity: unburned soil recorded the highest activity (16.47 units/ml) after 90 days, while the lowest activity (3.54 units/ml) occurred in burned soil 15 days after burning.

The increase in urease activity after the first burning may be attributed to higher soil temperature caused by burning, which enhances enzymatic reactions, and to the presence of fly ash and other materials that positively influence enzyme activity [10, 11]. The subsequent decline after the second burning period is likely due to the reduction in microbial biomass [12–14].

The effect of burning crop residues on plant growth (Mung bean).

After collecting burned and unburned soil samples, and for the purpose of determining the effect of burning plant residues, samples were collected from the soil exposed to burning for two periods and compared with control (unburned) soil. After preparing the samples, the mung bean seeds were cultivated, and some growth

characteristics were studied for each of them under standard conditions in the growth chamber.

Rate of germination.

Figure 1 shows that there were no statistically significant differences in the germination rate between the soil subjected to burning plant residues and those not subject to burning. The unburned soil recorded the highest germination rate (84.63 %) compared to the burned soil (71.9 %). The results suggest that an increase in germination percentage is associated with higher numbers of microorganisms and their enzymatic activity in the soil, resulting from burning. However, burning may also lead to seed loss, as reported by [15–17]. According to [1], burning has negative effects on germination rate, increasing seed predation by insects and microbial attacks due to higher populations of fungi and bacteria in burned soil.

Dry weight of the seedling.

Figure 2 shows that mung bean seedlings grown in burned soil had a slightly higher dry weight (0.37 g) than those in unburned soil (0.36 g), but the difference was not statistically significant.

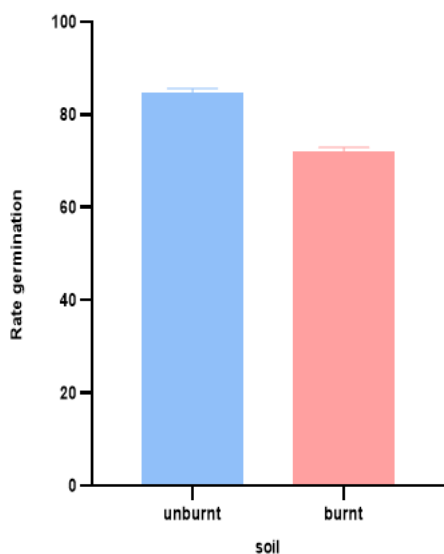


Figure 1. Effect of burning crop residues on germination rate

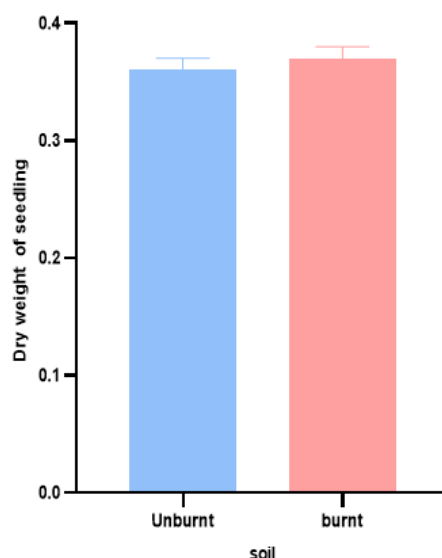


Figure 2. The effect of burning crop residues on the dry weight of the seedling

Dry weight of the root.

The results in **Figure 3** show that the highest root dry weight was recorded in seedlings grown in unburned soil (0.12 g) compared to burned soil (0.11 g). Thus, burning slightly reduced root biomass.

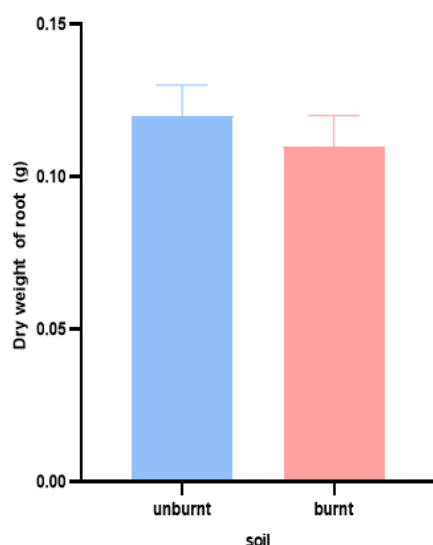


Figure 3. The effect of burning crop residues on the dry weight of the root

Height of the seedling.

Figure 5 indicates that no significant differences were found in seedling height between burned and unburned soils. However, seedlings grown in burned soil reached 9.6 cm, compared to 7.0 cm in unburned soil after 15 days of growth, suggesting a slight stimulatory effect of burning on stem elongation.

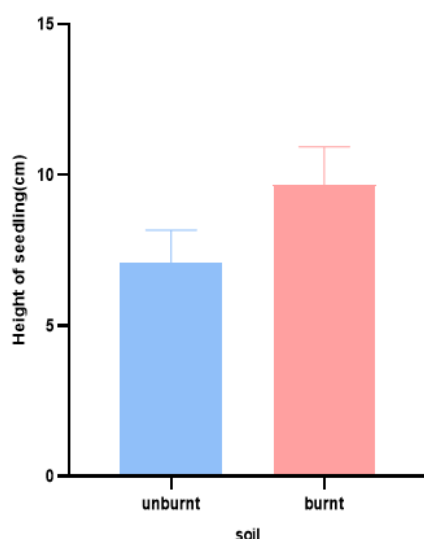


Figure 3. The effect of burning crop residues on the dry weight of the root

Chlorophyll Content

Figure 7 shows that the highest chlorophyll A concentration in leaves was recorded in unburned soil (1.62 mg/g), while the lowest was in burned soil (1.22 mg/g).

Dry weight of the shoot.

Figure 4 shows that seedlings grown in burned soil had the highest shoot dry weight (0.26 g) compared to the control (0.24 g). The response of mung bean seedlings was significant and showed statistical differences at the 0.05 probability level.

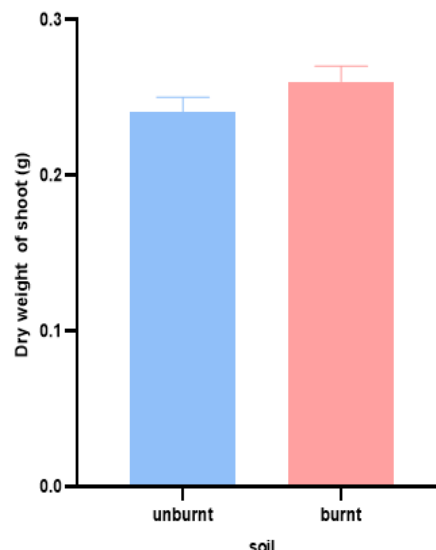


Figure 4. The effect of burning crop residues on the dry weight of shoots

Strength of the Seedling.

Figure 6 shows that burning crop residues led to a decrease in seedling strength, from 29.9 g in unburned soil to 26.6 g in burned soil.

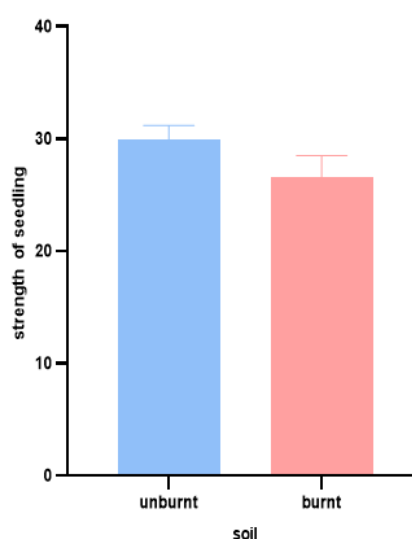


Figure 4. The effect of burning crop residues on the dry weight of shoots

Chlorophyll B concentration decreased from 2.3 mg/g (unburned) to 1.7 mg/g (burned). Total chlorophyll (A + B) content decreased from 1.68 mg/g to 1.15 mg/g. The reduction in chlorophyll content is due to nitrogen

volatilization during burning, as nitrogen is a key component of chlorophyll molecules. Loss of nitrogen from the soil and the absence of nitrogen replenishment

after continuous burning lead to a decline in chlorophyll synthesis, since temperature is directly correlated with nitrogen volatilization [18–20].

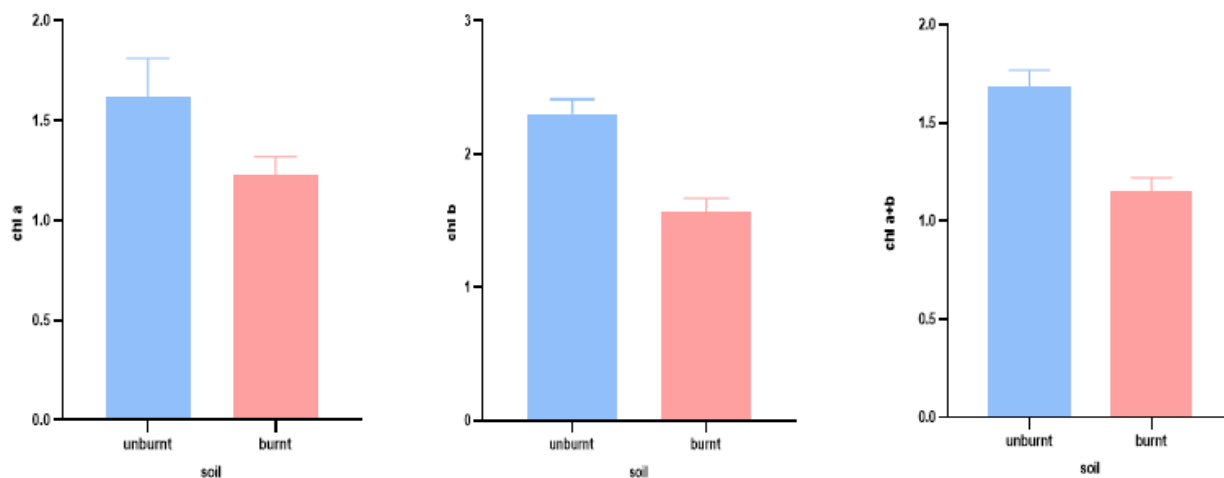


Figure 7. The effect of burning crop residues on the content of chlorophyll (A, B, and B + A)

Rate of Rooting.

Figure 8 shows the effect of burning the crop residues increased rooting, with mung bean cuttings from burned soil producing 11.38 roots compared to 9.00 roots from unburned soil, a statistically significant difference at the 0.05 level.

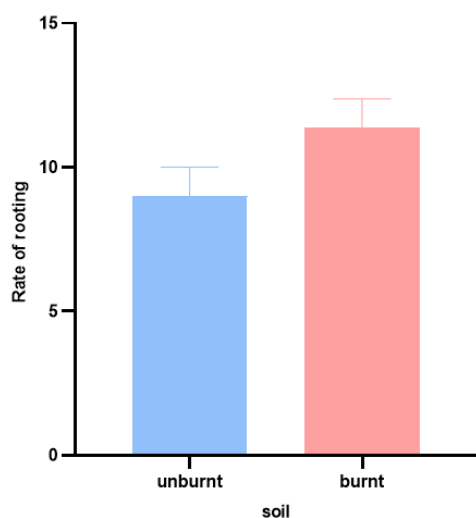


Figure 8. Effect of burning crop residues on the rate of rooting

Table 5 shows the effect of burning the crop residues on the growth characteristics of the mung bean plant.

The results showed that there were significant differences in most of the studied traits. The dry weight of seedlings in burned soil was 0.37 g compared to 0.36 g in unburned soil. The root dry weight was 0.11 g in burned soil and 0.12 g in unburned soil. The dry weight of shoots was 0.26 g in burned soil versus 0.24 g in unburned soil. The seedling height in burned soil reached 9.6 cm compared to 7.0 cm in unburned soil. Seedling strength decreased from 29.6 g in unburned to 26.6 g in burned soil. Cuttings from seedlings grown in burned soil showed a higher rooting rate (11.38) compared to unburned

(9.00). No significant differences were observed in germination rate or chlorophyll A, B, and total chlorophyll content. No significant differences were shown in the germination rate and the content of chlorophyll A, B and total.

Table 5

Effect of burning crop residues on some growth characteristics of mung bean seeds

Studied Characteristics	Burning Crop Residues	Non-Burning Crop Residues
Rate of germination %	71.9	84.63
Dry weight of Seedling (gm)	0.37	0.36
Dry weight of roots (gm)	0.11	0.12
Dry weight of shoots (gm)	0.26	0.24
Height of Seedling (cm)	9.6	7.00
Strength of Seedling	26.6	29.6
Chlorophyll A concentration	1.22	1.62
Chlorophyll B concentration	1.7	2.3
Total Chlorophyll Concentration	1.15	1.68
Rate of Rooting	11.38	9.00

Notes: Each number represents the average of three replications.

The results showed that there were significant differences in most of the studied traits. The dry weight of seedlings in burned soil was 0.37 g compared to 0.36 g in unburned soil. The root dry weight was 0.11 g in burned soil and 0.12 g in unburned soil. The dry weight of shoots was 0.26 g in burned soil versus 0.24 g in unburned soil. The seedling height in burned soil reached 9.6 cm compared to 7.0 cm in unburned soil. Seedling strength decreased from 29.6 g in unburned to 26.6 g in burned soil. Cuttings from seedlings grown in burned soil showed a higher rooting rate (11.38) compared to unburned (9.00). No significant differences were observed in germination rate or chlorophyll A, B, and total chlorophyll content. No significant differences were shown in the germination rate and the content of chlorophyll A, B and total.

The increase in some growth traits may be due to the conversion of plant residues into mineral ash containing potassium, phosphorus, calcium, silicon, sulfur,

aluminum, manganese, and chlorine – elements essential for plant growth and physiological processes. Potassium, for instance, helps regulate stomatal movement, enhances photosynthesis, and activates many enzymes related to respiration, energy transfer, and nitrate reduction.

Results indicated that the increase in some growth traits may be due to the conversion of plant residues into mineral ash containing potassium, phosphorus, calcium, silicon, sulfur, aluminum, manganese, and chlorine – elements essential for plant growth and physiological processes. Potassium, for instance, helps regulate stomatal movement, enhances photosynthesis, and activates many enzymes related to respiration, energy transfer, and nitrate reduction.

Conversely, the decrease in growth traits of mung bean in unburned residues may be due to the presence of phytotoxins in wheat residues (e.g., coumaric acid, hydroxybenzoic acid, and p-vanillic acid), which are released during decomposition and can inhibit vegetative growth. These compounds can persist in soil for over six weeks, whereas burning destroys most of these toxins, improving the soil environment for plant growth.

Conclusions

This study concludes that burning plant residues led to a reduction in the number of mycorrhizal fungi, and negatively affected urease enzyme activity, which did not regain its initial level even three months after the first and second burning periods. Therefore, it can be concluded that burning processes have a detrimental effect on soil enzyme activity. Although burning stimulated certain growth parameters of mung bean plants – such as increased dry weight of the green mass and chlorophyll content – the overall impact on soil biological activity was negative, indicating that burning crop residues can compromise soil fertility and long-term productivity.

Conflict of interest

The authors state that there is no conflict of interest.

References

1. Venkatramanan, V., Shah, S., Prasad, S., Singh, A., & Prasad, R. (2021). Assessment of bioenergy generation potential of agricultural crop residues in India. *Circular Economy and Sustainability*, 1 (4), 1335–1348. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00072-7>
2. Sarkar, S., Skalicky, M., Hossain, A., Brestic, M., Saha, S., Garai, S., Ray, K., & Brahmachari, K. (2020). Management of crop residues for improving input use efficiency and agricultural sustainability. *Sustainability*, 12 (23), 9808. <https://doi.org/10.3390/su12239808>
3. Grzyb, A., Wolna-Maruwka, A., & Niewiadomska, A. (2020). Environmental factors affecting the mineralization of crop residues. *Agronomy*, 10 (12), 1951. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121951>
4. Kaptanoğlu, S., Tavşanoğlu, Ç., & Turgay, O. C. (2018). Soil chemistry and microbial activity after a surface fire in a mixed temperate forest. *Eurasian Journal of Forest Science*, 6 (4), 1–13. <https://doi.org/10.31195/ejefs.451884>

5. Gerdemann, J. W., & Nicolson, T. H. (1963). Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, 46 (2), 235–244. [https://doi.org/10.1016/s0007-1536\(63\)80079-0](https://doi.org/10.1016/s0007-1536(63)80079-0)
6. Pacioni, G. (1992). 16 Wet-sieving and decanting techniques for the extraction of spores of vesicular-arbuscular fungi. *Methods in Microbiology*, 317–322. [https://doi.org/10.1016/s0580-9517\(08\)70099-0](https://doi.org/10.1016/s0580-9517(08)70099-0)
7. Zantua, M. I., & Bremner, J. M. (1975). Comparison of methods of assaying urease activity in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 7 (4–5), 291–295. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(75\)90069-3](https://doi.org/10.1016/0038-0717(75)90069-3)
8. Steel, R. G. D., Torrie, J. H., & Dickie, D. A. (1997). *Principles and procedures of statistics: a biometric approach*. 3rd edition. Toronto: McGraw-Hill Publishing Company. Toronto
9. Dove, N. C., & Hart, S. C. (2017). Fire reduces fungal species richness and in situ mycorrhizal colonization: A meta-analysis. *Fire Ecology*, 13 (2), 37–65. <https://doi.org/10.4996/fireecology.130237746>
10. Nannipieri, P., Ceccanti, B., Conti, C., & Bianchi, D. (1982). Hydrolases extracted from soil: Their properties and activities. *Soil Biology and Biochemistry*, 14 (3), 257–263. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(82\)90035-9](https://doi.org/10.1016/0038-0717(82)90035-9)
11. Senthilkumar, K., Manian, S., Udaiyan, K., & Sugavanam, V. (1995). Effect of burning on soil nutrient status and abundance of VA-mycorrhizal fungi in a savannah type grassland ecosystem in South India. *Tropics*, 4 (2/3), 173–186. <https://doi.org/10.3759/tropics.4.173>
12. Keeley, J. E., van Mantgem, P., & Falk, D. A. (2019). Fire, climate and changing forests. *Nature Plants*, 5 (8), 774–775. <https://doi.org/10.1038/s41477-019-0485-x>
13. Caldwell, T. G., Johnson, D. W., Miller, W. W., & Qualls, R. G. (2002). Forest floor carbon and nitrogen losses due to prescription fire. *Soil Science Society of America Journal*, 66 (1), 262–267. <https://doi.org/10.2136/sssaj2002.2620>
14. Hernández, T., García, C., & Reinhardt, I. (1997). Short-term effect of wildfire on the chemical, biochemical and microbiological properties of Mediterranean pine forest soils. *Biology and Fertility of Soils*, 25 (2), 109–116. <https://doi.org/10.1007/s003740050289>
15. Mendpara, J., Parekh, V., Vaghela, S., Makasana, A., Kunjadia, P. D., Sanghvi, G., Vaishnav, D., & Dave, G. S. (2013). Isolation and characterization of high salt tolerant bacteria from agricultural soil. *European Journal of Experimental Biology*, 3 (6), 351–358.
16. Nannipieri, P., Ceccanti, B., Conti, C., & Bianchi, D. (1982). Hydrolases extracted from soil: Their properties and activities. *Soil Biology and Biochemistry*, 14 (3), 257–263. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(82\)90035-9](https://doi.org/10.1016/0038-0717(82)90035-9)
17. Badía, D., Martí, C., Aguirre, A. J., Aznar, J. M., González-Pérez, J. A., De la Rosa, J. M., León, J., Ibarra, P., & Echeverría, T. (2014). Wildfire effects on nutrients and organic carbon of a Rendzic Phaeozem in NE Spain: Changes at CM-scale topsoil. *Catena*, 113, 267–275. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2013.08.002>
18. Caldwell, T. G., Johnson, D. W., Miller, W. W., & Qualls, R. G. (2002). Forest floor carbon and nitrogen losses due to prescription fire. *Soil Science Society of America Journal*, 66 (1), 262–267. <https://doi.org/10.2136/sssaj2002.2620>
19. Ngole-Jeme, V. M. (2019). Fire-induced changes in soil and implications on soil sorption capacity and remediation methods. *Applied Sciences*, 9 (17), 3447. <https://doi.org/10.3390/app9173447>
20. Senthilkumar, K., Manian, S., & Udaiyan, K. (1997). The effect of burning on soil enzyme activities in natural grasslands in southern India. *Ecological Research*, 12 (1), 21–25. <https://doi.org/10.1007/bf02523606>

ORCID

- W. A. Kadhem  <https://orcid.org/0000-0003-3945-749X>
 K. A. Hussein  <https://orcid.org/0000-0002-9687-8963>
 A. H. Abud  <https://orcid.org/0009-0000-4380-4840>



2025 by the author(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.

Species composition, bioecological characteristics, and population dynamics of pests of perennial leguminous grasses

V. Pysarenko | M. Pischalenko✉ | S. Skliar | E. Vovk

Article info

Correspondence Author

M. Pischalenko

E-mail:

marina_pischalenko@ukr.net

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

Citation: Pysarenko, V., Pischalenko, M., Skliar, S., & Vovk, E. (2025). Species composition, bioecological characteristics, and population dynamics of pests of perennial leguminous grasses. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 116–120. doi: 10.31210/spi2025.28.03.19

Perennial leguminous grasses are important forage crops in the agroecosystems of Ukraine, but their productivity is significantly reduced due to damage from various pests. The insect pest fauna of perennial leguminous grasses is dominated by beetles (31 %), followed by thrips (20 %), moths (20 %), hemipterans (11 %), and true bugs (8 %). This study aims to systematize information on the species composition of pests, their bioecological characteristics, and the dynamics of their populations. The research conducted from 2023 to 2025 showed that the main pests of perennial leguminous grasses in Ukraine are root weevils, alfalfa weevils, clover root bugs, pea aphids, and clover seed weevils. Additionally, the pest complex includes the yellow alfalfa seed weevil, alfalfa root weevil larvae, and thrips, which can pose a threat to crops under favorable weather conditions. Throughout 2023–2025, the population of root weevils remained stable with slight fluctuations that did not significantly affect the overall condition of the crops. The population of alfalfa weevils decreased in 2024 compared to 2023 and continued to decline in 2025. The number of clover root bugs remained stable, showing no significant variation. Aphid populations slightly decreased in 2024, indicating reduced pest harm, though their numbers are still relatively high, requiring constant monitoring. The population of alfalfa leafhoppers has steadily decreased. The zonal dynamics revealed that the main areas of pest distribution are the Steppe and Forest-Steppe regions, where warm conditions promote the development of pests such as root weevils, alfalfa weevils, clover root bugs, and alfalfa leafhoppers. In contrast, the Polissya region has less favorable conditions for pest development due to lower temperatures and a shorter growing season. Therefore, understanding the bioecological characteristics and population dynamics of pests is crucial for developing effective integrated pest management strategies for perennial leguminous grasses.

Keywords: *Sitona lineatus*, *Hypera postica*, *Adelphocoris lineolatus*, *Acyrtosiphon pisum*, *Heliothis virescens*, integrated plant protection.

Видовий склад, біоекологічні особливості та динаміка чисельності шкідників багаторічних бобових трав

В. М. Писаренко | М. А. Піщаленко | С. С. Скляр | Є. В. Вовк

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Багаторічні бобові трави є важливими кормовими культурами в агроценозах України, однак їх продуктивність значно знижується через пошкодження різноманітними шкідниками. Видовий склад комах-шкідників багаторічних бобових трав характеризується переважанням жорсткокрилих (31 %), значною часткою трипсів (20 %), лускокрилих (20 %), напівжорсткокрилих (11 %) і рівнокрилих (8 %). Метою огляду є систематизація відомостей про видовий склад шкідників, їх біоекологічні особливості та динаміку чисельності. Дослідження, проведене впродовж 2023–2025 років, показало, що основними шкідниками багаторічних бобових трав в Україні є бульбичкові довгоносики, люцернові довгоносики, клопи-сліпняки, горохова попелиця та конюшині насінніди-апіони. Крім того, до ентомокомплексу входять люцерновий жовтий насіннід, люцернова товстонижка та трипси, що можуть становити загрозу посівам за сприятливих погодних умов. Протягом 2023–2025 років спостерігалась стабільність чисельності бульбичкових довгоносиків з незначними коливаннями, що не мали суттєвого впливу на загальний стан посівів. Чисельність листкових люцернових довгоносиків знизилась у 2024 році порівняно з попереднім роком і продовжила зниження в 2025 році. Чисельність клопів-сліпняків залишалась стабільною, не демонструючи значних змін. Попелиці показали деяке зниження чисельності в 2024 році, що вказує на зменшення їх шкідливості, хоча їх рівень все ще залишається високим, що потребує постійного моніторингу. Чисельність люцернової совки продовжував знижуватись. Зональна динаміка показала, що основними зонами розповсюдження шкідників є Степ і Лісостеп, де теплі умови сприяють розвитку таких шкідників, як бульбичкові довгоносики, люцернові довгоносики, клопи-сліпняки та люцернова совка. У Поліссі умови для розвитку шкідників менш сприятливі через холоднішу погоду та коротший вегетаційний період. Таким чином, розуміння біоекологічних особливостей і динаміки чисельності шкідників є важливим для розробки ефективних заходів інтегрованого захисту багаторічних бобових трав.

Ключові слова: *Sitona lineatus*, *Hypera postica*, *Adelphocoris lineolatus*, *Acyrtosiphon pisum*, *Heliothis virescens*, інтегрований захист рослин.

Бібліографічний опис для цитування: Писаренко В. М., Піщаленко М. А., Скляр С. С., Вовк Є. В. Видовий склад, біоекологічні особливості та динаміка чисельності шкідників багаторічних бобових трав. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 116–120.

Багаторічні бобові трави є важливою складовою сільськогосподарських агроєкосистем [1], оскільки вони сприяють покращенню родючості ґрунтів завдяки здатності фіксувати атмосферний азот і насиченню його мікроорганізми, що фіксують азот в бульбочках на коренях рослин [2–4]. Завдяки високому вмісту у сіні та зеленій масі протеїну, фосфору, кальцію та вітамінів, багаторічні трави служать основним кормом для сільськогосподарських тварин [5]. Крім того, ці рослини використовуються в сівознах [6], забезпечуючи зниження потреби в мінеральних добривах і створюючи сприятливі умови для вирощування інших культур [7, 8]. Вплив бобових трав сприяє значному підвищенню мікробіологічної активності ґрунту, а також покращує його агрономічні характеристики, зокрема збільшується шаруватість і водопроникність ґрунту, запобігає розвитку вітрової та водної ерозії тощо [9]. Наприклад, люцерна володіє властивістю пригнічувати патогенні мікроорганізми в ґрунті. Внаслідок впливу багаторічних трав зменшується кількість шкідливої мікрофауни, водночас сприяючи розвитку корисної мікрофлори [10, 11].

Однак для забезпечення високої врожайності бобових трав важливим аспектом є ефективне управління чисельністю шкідників, які можуть негативно вплинути на продуктивність цих рослин. До них входять різноманітні види комах і ґрунтових організмів, які можуть завдавати значної шкоди, знижуючи фотосинтетичну активність, пошкоджуючи кореневу систему та знижуючи якість врожаю [12]. Управління популяціями шкідників є необхідною

складовою агрономічної практики, що дозволяє не лише зберігати продуктивність, але й підтримувати екологічну рівновагу в агроєкосистемах [13], що особливо актуально у повоєнному відновленні ґрунтів [14]. Хоча в Україні площі під багаторічними бобовими травами є незначними [15], ефективна боротьба зі шкідниками все ж залишається ключовим чинником для забезпечення сталого розвитку сільського господарства.

Багаторічні бобові трави (конюшина червона, рожева і біла, люцерна посівна, жовта і гібридна, еспарцет звичайний і піщаний, буркун білий, лядвенець рогатий) становлять основу кормового виробництва. На цих культурах сформувався специфічний ентомокомплекс, який налічує понад 100 видів шкідливих комах [16]. На конюшині зареєстровано 116 видів комах, з яких 34 види завдають значної шкоди; на люцерні – близько 200 видів, з них економічне значення мають приблизно 40 видів; на буркуні – відповідно 75 та 18 видів, на еспарцеті – понад 60 та 30 видів [17].

Видовий склад комах-шкідників багаторічних бобових трав характеризується переважанням жорсткокрилих (31 %), значною часткою трипсів (20 %), лускокрилих (20 %), напівжорсткокрилих (11 %) та рівнокрилих (8 %) [18].

За результатами фітосанітарного моніторингу 2023–2025 років виявлено стабільний видовий склад шкідників цих культур з варіюванням чисельності залежно від погодних умов, агротехнічних заходів і ареалу (*таблиця 1* та *таблиця 2*).

Таблиця 1

Чисельність шкідників багаторічних бобових трав, 2023–2025 роки

Шкідник	2023 (1-й укос)	2023 (2-й укос)	2024 (1-й укос)	2024 (2-й укос)	2025 (1-й укос)	2025 (2-й укос)
Бульбочкові довгоносики	2–7 (макс. 13)	3–8 (макс. 13)	1–6 (макс. 8)	2–9 (макс. 8)	1–6	2–9
Листкові люцернові довгоносики	1–5	2–4	1–3	1–5	1–3	1–5
Клопи-сліпняки	1–8	2–10	2–7	1–8	2–7	1–8
Попелиці	15–25 (макс. 40)	10–20 (макс. 40)	10–15	15–20	10–15	10–15
Люцернова совка	1–6	1–6	1–3	1–5	1–3	1–3

Джерело: побудовано авторами за даними Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів [19–21].

Бульбочкові довгоносики (*Sitona lineatus* Linnaeus, 1758) є одними з найпоширеніших шкідників люцерни в усіх зонах її вирощування [22]. Фітофаг розвивається переважно у Лісостепу та Степу, подекуди в північних областях Полісся [19]. Динаміка чисельності імаго характеризується сезонними коливаннями. У період відростання після першого укусу середня щільність популяції становила 1–7 екз. на 100 пробних смуг, досягаючи максимуму 8–13 екз.

Після другого укусу чисельність дещо зростала до 2–9 екз. на 100 п.с. Пік активності шкідника припадає на фазу масової бутонізації, коли щільність популяції зростає до 3–15 екз. на 100 п.с. [20]. Шкідник зимує у ґрунті на глибині до 15 см, щільність в місцях зимівлі становить 0,5–3 екз./м². Вихід імаго з місць зимівлі відбувався при прогріванні ґрунту до 8–10 °С, що зазвичай припадало на кінець березня – початок квітня [23].

Таблиця 2

Ареал розповсюдження шкідників багаторічних бобових трав в Україні, 2023–2025 роки

Шкідник	Агрокліматичні зони		
	2023 рік	2024 рік	2025 рік
Бульбочкові довгоносики	Лісостеп, Степ, Полісся	Степ, Лісостеп, Полісся	Степ, Лісостеп
Листкові люцернові довгоносики	на всій території	на всій території	на всій території
Клопи-сліпняки	на всій території	на всій території	на всій території
Попелиці	Лісостеп, Полісся	Лісостеп, Полісся	Лісостеп
Люцернова совка	на всій території	на всій території	на всій території

Джерело: побудовано авторами за даними Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів [19–21].

Листковий люцерновий довгоносик (*Hypera postica* Gyllenhal, 1813) є спеціалізованим шкідником люцерни з голарктичним типом ареалу [24]. В Україні фітофаг поширений майже скрізь, де вирощується культура [19, 20]. Імаго зимують у рослинних рештках і поверхневому шарі ґрунту. Весняна активізація відбувалася при середньодобовій температурі 10–12 °С. Щільність популяції імаго в період відростання культури після укосів становила 1–5 екз. на 100 п.с., зростаючи до 3–9 екз. у фазу масової бутонізації (**табл. 1**). Особливо небезпечними є личинки, які живляться листовою поверхнею рослин. За чисельності личинок 2–12 екз./м² пошкоджувалося від 4 до 20 % рослин, що призводило до значних втрат урожаю зеленої маси та насіння [21].

Клопи-сліпняки (*Adelphocoris lineolatus* Goeze, 1783) належать до полівольтинних видів з широкою трофічною спеціалізацією [25]. На багаторічних бобових травах розвиваються два покоління на рік [19, 20]. Зимують імаго в рослинних рештках, під корою дерев та в інших укриттях. Весняний вихід з діапаузи відбувався при температурі 12–15 °С. Чисельність першого покоління в період відростання люцерни після першого укусу становила 1–8 екз. на 100 п.с., після другого укусу – 1–10 екз. [21]. Максимальна щільність популяції спостерігалася в період масової бутонізації та цвітіння культури – до 6–15 екземплярів на 100 п.с. (**табл. 1**). Економічний поріг шкідливості для клопів-сліпняків становить 15–20 екземплярів на 100 п.с.

Горохова попелиця (*Acyrtosiphon pisum* Harris, 1776) є спеціалізованим фітофагом бобових культур з голоциклічним типом розвитку [26]. В умовах України розвивається в 10–15 поколінь за сезон [19, 20]. Зимують у фазі яйця на прикореневих частинах стебел багаторічних трав. Запас яєць, що йдуть у зимівлю, становив 1–25 екз./м² (**табл. 1**). Весняне відродження личинок відбувалося при температурі 5–7 °С, зазвичай в третій декаді березня – першій декаді квітня. Чисельність попелиці в період бутонізації другого укусу насінневої люцерни могла досягати 15–40 екз. на 100 п.с. Розвитку популяції сприяла помірно тепла, жарка погода без зливових опадів [21].

Конюшині насінніди-апіони (*Protopion apricans* Herbst, 1797) є найбільш масовими та шкідливими фітофагами насінневої конюшини в усіх зонах її вирощування [27]. Зимують імаго в рослинних рештках та верхньому шарі ґрунту. Весняний вихід з діапаузи відбувався в другій половині квітня при температурі 12–15 °С. У фазі відростання першого укусу конюшини щільність популяції становила 2–9 жуків на 100 п.с. Максимальна чисельність імаго спостерігалася в період масового цвітіння – 5–29 жуків на 100 п.с., у фазі дозрівання бобів – 8–16 екземплярів (**табл. 1**). Заселеність головок конюшини личинками в період повного побуріння становила 2–26 % за середньої чисельності 1–2,5 личинки на пошкоджене суцвіття [19–21].

Люцернова совка (*Heliothis virescens* Hufnagel, 1766) належить до полівольтинних видів, розвиваючись у 2–3 покоління за сезон [28]. Фітофаг поширений в усіх зонах вирощування люцерни [20].

Зимують лялечки в ґрунті на глибині 5–15 см. Літ метеликів першого покоління розпочинається в третій декаді травня – першій декаді червня. Упродовж бутонізації–цвітіння люцерни спостерігалось 1–6 екз. на 100 п.с. (**табл. 1**). У вогнищах розвитку гусениці за чисельності 0,5–2 екз./м² пошкоджували 2–10 % рослин [21].

Лучний метелик (*Loxostege sticticalis* Linnaeus, 1761) є полівольтинним видом з широкою трофічною спеціалізацією [29]. В умовах України формує 2–3 покоління, розвиваючись переважно на неорних землях і багаторічних травах [21]. Зимують гусениці молодших віків у коконах в поверхневому шарі ґрунту. Літ метеликів першого покоління розпочинався в другій декаді травня при температурі 15–18 °С. Інтенсивність льоту становила 1–6 екз. на 10 кроків облікового маршруту. Шкідливість гусениць відмічалася переважно на неорних землях і багаторічних травах у зволжених місцях. За чисельності 0,2–3 екз./м² пошкодження сягали 1–6 % рослин кормових культур (**табл. 1**).

До складу ентомокомплексу багаторічних бобових трав також входять люцерновий жовтий насіннід, люцернова товстонижка та трипси, які здатні становити загрозу посівам за сприятливих погодних умов [21].

Люцерновий жовтий насіннід (*Tychius flavus* Becker, 1864) широко поширений в Європі та Азії [30], особливо в зонах, де вирощують люцерну (*Medicago sativa* L.), зокрема в Лісостепу та Степу України. Цей шкідник також зустрічається в інших країнах, де люцерна є основною кормовою культурою. Його життєвий цикл включає яйце, личинку, лялечку та імаго. Дорослі жуки зимують у ґрунті або в рослинних рештках. Вони починають живлення і розмноження на початку весни. Самки відкладають яйця на головки суцвіть люцерни, де згодом розвиваються личинки, які харчуються насінням, значно знижуючи якість урожаю. Личинки *Tychius flavus* пошкоджують насіння люцерни, знижуючи їх схожість та здатність до проростання. Згубний вплив особливо відчутний у періоди, коли рослини знаходяться у фазах бутонізації та цвітіння, оскільки саме тоді відбувається найбільше відкладання яєць. Пошкодження насіння може призвести до значних економічних втрат. Люцерновий жовтий насіннід надає перевагу теплій і сухій погоді. Сильні дощі та зниження температури можуть знижувати активність жука та запобігати його розвитку. Загроза від цього шкідника зростає на полях з монотонними посівами люцерни, де відсутнє відновлення рослин через сівозміну.

Люцернова товстонижка (*Bruchophagus rodii* Gussakovskiy, 1933) є важливим шкідником на посівах люцерни, широко розповсюджений у Європі та частково в Азії [31]. Особливо активний в регіонах, де люцерна використовується як основна кормова культура, включаючи Лісостеп та Степ України. Цикл розвитку люцернової товстонижки складається з яєць, личинок, лялечок і дорослих жуків. Самки відкладають яйця на стебла рослин люцерни. Личинки, що з'являються, проникають всередину стебла або насіння, де відбувається їх розвиток. Процес

розмноження триває в основному в теплі весняно-літні місяці. Зимують личинки у насінні або в частинах рослин, залишених на полі. Личинки люцернової товстонижки завдають шкоди, поїдаючи насіння люцерни. Це призводить до зниження якості насіння та його схожості, що зменшує врожайність наступного сезону. Пошкоджені насіння мають порушену структуру, що робить їх непридатними для посіву. Цей шкідник також може знижувати стійкість рослин до інших біотичних та абіотичних стресорів. *Bruchophagus rodii* активно розвивається за температури від 20 до 30 °C і помірної вологості. Він найбільше пошкоджує культури люцерни в середині вегетаційного періоду, коли рослини починають активно цвісти. На полях, де здійснюється сівозмінна, його чисельність часто менша, оскільки на таких ділянках відсутня безперервність посівів люцерни, що обмежує місце для розвитку шкідника.

Трипси (*Thrips tabaci* Lindeman, 1889) є широко розповсюдженим шкідником, поширеним на багатьох рослинах, включаючи люцерну та інші бобові [32]. Цей вид трипсів зустрічається на всій території України, але особливо він шкодить в теплих і сухих кліматичних умовах. Трипси проходять повний метаморфоз: яйце, личинка, німфа та доросла комаха. Тривалість життя трипсів залежить від температури та вологості. Вони відкладають яйця в тканини рослин, де згодом розвиваються личинки, що харчуються клітинами листя. Дорослі особини активно пересуваються та можуть бути переносниками різних вірусних хвороб. Трипси завдають шкоди багатьом рослинам, в тому числі люцерні, пошкоджуючи тканини листя та квітів, що призводить до їх деформації та зниження фотосинтетичної здатності рослин. У результаті зменшується врожайність і знижується якість насіння. Крім того, трипси є переносниками різних вірусних хвороб, таких як томатний мозаїчний вірус. *Thrips tabaci* активно розвиваються в умовах високої температури та низької вологості. Вони виявляють найбільшу активність в період цвітіння та плодоношення, коли рослини особливо чутливі до пошкоджень. При високій чисельності трипсів можна спостерігати їх значний вплив на розвиток рослин, особливо в теплицях і на відкритих полях в умовах посухи.

Висновки

Метою статті є систематизація відомостей щодо видового складу шкідників багаторічних бобових трав, визначення їх біоекологічних особливостей і дослідження їх динаміки. Здійснений огляд засвідчив, що ентомокомплекс шкідників багаторічних бобових трав в Україні представлений стабільним видовим складом спеціалізованих фітофагів. Домінуючими видами є бульбочкові довгоносики, листові люцернові довгоносики, клопи-сліпняки, горохова попелиця та конюшинові насіннеїди-апіони.

Визначено, що протягом 2023–2025 років чисельність більшості шкідників багаторічних бобових трав не показала значних коливань, за винятком деяких видів, таких як попелиці та бульбочкові довгоносики. Загалом спостерігається тенденція до зниження

чисельності певних шкідників (наприклад, листових люцернових довгоносиків і люцернової совки), що свідчить про можливі зміни в агрономічних умовах або збільшення активності їх природних ворогів. Чисельність інших шкідників, таких як клопи-сліпняки, залишилася стабільною, вказуючи на відсутність серйозних змін в агроекологічних умовах, що б призвели до значних змін чисельності.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення впливу кліматичних змін на сезонну динаміку активності основних шкідників багаторічних бобових трав.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Kozak, L., & Panchenko, T. (2024). Prychyny ta chas vypadannia bahatorichnykh bobovykh trav u rik vysivu v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Rol melioratsii ta vodnoho hospodarstva u zabezpechenni staloho rozvytku silskoho hospodarstva: materialy VI mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh*. Kyiv [in Ukrainian]
2. Tsybaliuk, V. M. (2000). Rezerv pidvyshchennia rodiuchosti gruntiv ta vedennia kormovyrobnystva. *Sil'skyi Hospodar*, 3–4, 9. [in Ukrainian]
3. Tsurkan, N. V., Antypova, L. K., & Ballo, V. M. (2012). Osoblyvosti ekonomichnoi ta ekolohichnoi otsinky vyroshchuvannia bahatorichnykh trav na Pivdni Ukrainy. *Ekolohiia*, 167 (179), 110–111. [in Ukrainian]
4. Kvitko, H. P., & Hetman, N. Ya. (2003). Azotfiksuucha spromozhnist ta zbahachennia gruntu azotom zalezhno vid rokiv zhyttia liutserny posivnoi v umovakh Lisostepu. *Kormy i Kormovyrobnystvo*, 51, 54–57. [in Ukrainian]
5. Konyk, H. S., Hlodan, L. Z., Vilchinskas, E., & Kemeshe V. (2008). Biolohichni osoblyvosti rozvytku bahatorichnykh bobovykh trav ta yikh produktyvnist v umovakh Peredkarpattia. *Seleksiia i Nasinnystvo*, 95, 255–265. [in Ukrainian]
6. Vasileva, V. V. (2012). Effect of increasing doses of mineral nitrogen fertilization on chemical composition of lucerne (*Medicago sativa* L.) under optimum water supply and water deficiency stress. *Banat's Journal of Biotechnology*, IV (07), 80–85. [https://doi.org/10.7904/2068-4738-iv\(07\)-80](https://doi.org/10.7904/2068-4738-iv(07)-80)
7. Lotka, H. I., & Tkachuk, O. P. (2021). Bobovi bahatorichni travy u kormovyrobnystvi ta ahroekolohii : monohrafiia. Vinnytsia: TOV «Druk» [in Ukrainian]
8. Kvitko, H. P., Protopish, I. H., & Kovalenko, O. A. (2013). Bahatorichni bobovi travy – bezalternatyvnyi poperednyk pshenytsi ozymoi v biolohichnomu zemlerobstvi Lisostepu pravoberezhnoho. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 83, 60–64. [in Ukrainian]
9. Antypova, L. K., Tsurkan, N. V., Adamovych, O. M., & Poisha, L. A. (2018). Perennial grasses are an important component of ecological farming and feed production. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 4, 35–41. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2018-4\(100\)-5](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2018-4(100)-5)
10. Zinchenko, B. S., Kliui, V. S., & Matskiv, Y. I. (1989). *Liutserna i koniushyna*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
11. Fedorenko, V. P., Pokozii, Y. T., & Krut, M. V. (2004). *Shkidnyky silskohospodarskykh roshyn*. Nizhyn: AspektPolihraf [in Ukrainian]
12. Skliar, S. S. (2024). Intehrovanyi zakhyst bahatorichnykh trav vid shkidnykiv. In T. O. Chaika (Red.), *Zbalansovanyi rozvytok ekosystem: suchasnyi stan i perspektivy : kolektyvna monohrafiia*. (s. 384–393). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
13. Petrychenko, V. F., Kaminskyi, V. F., & Patyka, V. P. (2003). Bobovi kultury i stalyy rozvytok ahroekosystem. *Kormy i Kormovyrobnystvo*, 51, 3–7. [in Ukrainian]

14. Chaika, T. O., & Korotkova, I. V. (2023). Directions and reproduction soil fertility technologies in the post-war period in Ukraine. *Agrobiology*, 1, 142–156. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-179-1-142-156>
15. Antypova, L. K. (2012). Rist i rozvytok bahatorichnykh bobovykh trav na Pivdni Ukrainy. *Visnyk Aharnoi Nauky Prychornomoria*, 1, 121–125. [in Ukrainian]
16. Pokozii, Y. T., Pysarenko, V. M., Dovhan, S. V., Dolia, M. M., Pysarenko, P. V., Mamchur, R. M., Bondarieva, L. M., & Pasichnyk, L. P. (2010). *Monitorynh shkidnykh silskohospodarskykh kultur : pidruchnyk*. Kyiv: Aharna osvita [in Ukrainian]
17. Mrynskyi, I. M. (2020). *Fenolohichni sposterezhennia za rozvytkom shkidnykh : navchalnyi posibnyk*. Kherson: Oldi-plus [in Ukrainian]
18. Omeliuta, V. P., Hryhorovych, I. V., Chaban, V. S., Pidoplichko, V. N., Kalenych, F. S., Petrukha, O. Y., Antoniuk, S. I., Pozhar, Z. A., Tyshchenko, Ye. I., Hryhorenko, V. H., Koval, M. K., & Chernenko, O. O. (1986). *Oblik shkidnykh i khvorob silskohospodarskykh kultur*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
19. Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrainy ta rekomendatsii shchodo zakhystu roslyn u 2024 rotsi. (2024). *Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv* [in Ukrainian]
20. Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrainy ta rekomendatsii shchodo zakhystu roslyn u 2025 rotsi. (2025). *Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv*. Retrieved from: <https://dpss.gov.ua/storage/app/sites/12/uploaded-files/0001-projekt-zbirniku-prognoz-2025-novii-2.pdf> [in Ukrainian]
21. Zakhyst roslyn. (n.d.) *Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv*. Retrieved from: <https://dpss.gov.ua/diyalnist/fitosanitariya-kontrol-u-sferi-nasinnictva-ta-rozsadnictva/fitosanitarnij-kontrol/fitosanitarnij-monitoring/zahist-roslyn> [in Ukrainian]
22. Olfert, O., Weiss, R. M., Cárcamo, H. A., & Meers, S. (2012). The Influence of abiotic factors on an invasive pest of pulse crops, *Sitona lineatus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), in North America. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2012, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2012/746342>
23. Lytvynov, B. M., & Yevtushenko, M. D. (Eds.). (2005). *Silskohospodarska entomolohiia : pidruchnyk*. Kyiv: Vyscha osvita [in Ukrainian]
24. Levi-Mourao, A., Núñez, E., García, A., Meseguer, R., & Pons, X. (2022). Alfalfa winter cutting: Effectiveness against the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) and effect on its rate of parasitism due to *Bathyplectes* spp. (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Crop Protection*, 152, 105858. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105858>
25. Soroka, J. J., & Carl, K. (2001). *Adelphocoris lineolatus* (Goeze), alfalfa plant bug (Hemiptera: Miridae). *Biological Control Programmes in Canada*, 1981-2000, 33–37. <https://doi.org/10.1079/9780851995274.0033>
26. El Fakhouri, K., Sabraoui, A., Kehel, Z., & El Bouhssini, M. (2021). Population dynamics and yield loss assessment for pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae), on Lentil in Morocco. *Insects*, 12 (12), 1080. <https://doi.org/10.3390/insects12121080>
27. Nazarenko, V. Yu. (2009). Dovhonosyokopodibni zhuky (Coleoptera, Curculion-oidea) Rivnenskoho pryrodnoho zapovidnyka ta prylehlykh terytorii. *Zberezhennia ta vidtvorennia bioriznomanittia pryrodno-zapovidnykh terytorii: materialy Mizhnarodnoi nauko-vo-praktychnoi konferentsii*. Rivne [in Ukrainian]
28. Parkhomenko, V. V., & Heriak, Yu. M. (2011). Luskokryli nadrodny Noctuoidea (Insecta, Lepidoptera) Natsionalnoho pryrodnoho parku «Desniansko-Starohutskyi». *Zbirnyk Naukovykh Prats Luhanskoho Pryrodnoho Zapovidnyka*, 154–175. [in Ukrainian]
29. Hornovska, S., Fedoruk, Y., Priszajhnjuk, N., Pravdyva, L., Lozinska, T., & Masalskyi, V. (2019). Dispersal and development of beet webworm *Loxostege sticticalis* (L.) in Ukraine. *EurAsian Journal of BioSciences*, 13, 1–7.
30. Jiang, C., Caldara, R., & Zhang, R. (2020). The genus *Tychius* Germar (Coleoptera: Curculionidae: Curculioninae) in China, with description of three new species. *Zootaxa*, 4856 (1), 1–62. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4856.1.1>
31. Gözüaık, C., & Ireç, A. (2016). The determination of infection and damage rates of the alfalfa seed chalcid, *Bruchophagus roddi* Gussakovskiy, 1933 (Hymenoptera, Eurytomidae) in alfalfa seed stored in the Eastern Region of Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 6 (1), 53–58. <http://dx.doi.org/10.21597/jist.2016119310>
32. Fail, J. (2016). Speciation in *Thrips tabaci* Lindeman, 1889 (Thysanoptera): the current state of knowledge and its consequences. *Polish Journal of Entomology*, 85 (1), 93–104. <https://doi.org/10.1515/pjen-2016-0004>

ORCID

V. Pysarenko 
M. Pischalenko 

<https://orcid.org/0000-0002-0184-3929>
<https://orcid.org/0000-0001-8954-8256>



2025 by the author(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.

Agroecological characteristics of the polyphagous pest complex in wheat agrocenoses

V. Pysarenko | M. Pischalenko✉ | A. Kripak | V. Lohvynenko | T. Holtvianytisia

Article info

Correspondence Author

M. Pischalenko

E-mail:

marina_pischalenko@ukr.netPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Pysarenko, V., Pischalenko, M., Kripak, A., Lohvynenko, V., & Holtvianytisia, T. (2025). Agroecological characteristics of the polyphagous pest complex in wheat agrocenoses. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 121–127. doi: 10.31210/spi2025.28.03.20

The relevance of the research is determined by the increasing impact of polyphagous pests on wheat agrocenoses in Ukraine, driven by both climate change and the adoption of new agricultural practices. Changes in climatic conditions and landscape structures require the development of new approaches to pest population control to ensure the stability and high productivity of wheat. The aim of this study was to conduct a comprehensive analysis of the agroecological characteristics of the main representatives of the polyphagous pest complex of wheat agrocenoses and their influence on crop yield. The results of the research conducted from 2022 to 2024 indicate that among the polyphagous pests of wheat, the greatest damage is caused by groups such as rodents, leaf-eating and root-feeding moths, grasshoppers, and soil pests. In particular, voles and mice cause harm at the early stages of wheat development by damaging the root system and shoots, which reduces yield. Ground squirrels can cause losses both at the germination stage and during the ear formation. Among the leaf-feeding moths, the cotton bollworm and the gamma moth are the most harmful, actively damaging wheat leaves at all stages of development, which reduces photosynthetic activity and yield. The grass moth also causes damage, but to a lesser extent. Furthermore, locust pests, particularly the locust, have a high potential for mass migration and can inflict substantial damage to large areas. They are especially dangerous in warm and dry seasons. As for soil pests such as click beetles and darkling beetles, their impact on wheat lies in damaging the root system, which also limits plant growth and development. The study also revealed the role of agroecosystems in the distribution of polyphagous pests through the alternation of cultivated and natural biotopes. Overall, the results of the research confirm that effective management of these pest populations requires a comprehensive approach, combining monitoring, agronomic practices, and the use of biological and chemical control methods.

Keywords: *Microtus arvalis*, *Citellus* spp., *Scotia* spp., *Helicoverpa armigera*, *Autographa gamma*, *Loxostege sticticalis*, *Elateridae*, *Tenebrionidae*, integrated plant protection.

Агроекологічні особливості комплексу багатодічних шкідників агроценозів пшениці

В. М. Писаренко | М. А. Піщаленко | А. В. Кріпак | В. В. Логвиненко | Т. О. Голтвяниця

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Актуальність дослідження визначається постійно зростаючим впливом багатодічних шкідників на агроценози пшениці в Україні, що зумовлюється як змінами клімату, так і розвитком нових стратегій сільського господарства. Зміни у кліматичних умовах і ландшафтних структурах потребують розробки нових підходів до контролю популяцій шкідників, щоб забезпечити стабільність і високу продуктивність пшениці. Мета статті полягала у комплексному аналізі агроекологічних особливостей основних представників комплексу багатодічних шкідників агроценозів пшениці, їх вплив на врожайність культури. Результати дослідження впродовж 2022–2024 років вказують на те, що серед багатодічних шкідників пшениці найбільший вплив мають такі групи, як гризуни, листогризучі та підгризаючі совки, саранові та ґрунтові шкідники. Зокрема, полівки та миші завдають шкоди на ранніх етапах розвитку пшениці, пошкоджуючи кореневу систему і пагони, що знижує врожайність. Ховрахи можуть викликати втрати як на стадії проростання, так і на етапі формування колосків. Серед листогризучих совок найбільше пошкоджень завдають бавовникова совка та совка-гамма, які активно пошкоджують листя пшениці на всіх стадіях розвитку, знижуючи її фотосинтетичну активність і врожайність. Лучний метелик також спричиняє шкоду, але в меншій кількості. Крім того, саранові шкідники, зокрема сарана, мають потенціал до масових міграцій і можуть завдати серйозних пошкоджень на великих площах. Вони є особливо небезпечними в умовах теплих і сухих сезонів. Що стосується ґрунтових шкідників, таких як ковалики і чорниші, то їхній вплив на пшеницю полягає в пошкодженні кореневої системи, що також обмежує ріст і розвиток рослин. Це дозволило визначити роль агроландшафтів у розподілі багатодічних шкідників завдяки чергуванню культурних і природних біотопів. Загалом, результати дослідження підтверджують, що для ефективного управління популяціями цих шкідників необхідно застосовувати комплексний підхід, який включає моніторинг, агротехнічні заходи, використання біологічних і хімічних методів боротьби.

Ключові слова: *Microtus arvalis*, *Citellus* spp., *Scotia* spp., *Helicoverpa armigera*, *Autographa gamma*, *Loxostege sticticalis*, *Elateridae*, *Tenebrionidae*, інтегрований захист рослин.

Бібліографічний опис для цитування: Писаренко В. М., Піщаленко М. А., Кріпак А. В., Логвиненко В. В., Голтвяниця Т. О. Агроекологічні особливості комплексу багатодічних шкідників агроценозів пшениці. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 121–127.

Пшениця (*Triticum* spp.) є однією з найважливіших зернових культур у світі та відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки багатьох країн [1]. В Україні, яка займає провідні позиції серед світових виробників і експортерів зерна, пшениця становить основу зернового господарства й є стратегічною сільськогосподарською культурою [2, 3]. Однак стабільне виробництво високоякісного зерна пшениці постійно знаходиться під загрозою через вплив комплексу шкідливих організмів [4], серед яких особливо місце займають багатоїдні шкідники.

Агроценози пшениці характеризуються специфічними екологічними умовами, які формують унікальне середовище для розвитку та функціонування різноманітних груп шкідливих організмів [5]. На відміну від природних екосистем [6], агроценози відзначаються спрощеною структурою, домінуванням однієї культурної рослини та періодичними антропогенними впливами [7], що створює сприятливі умови для масового розмноження багатьох видів шкідників [8].

Комплекс багатоїдних шкідників агроценозів пшениці включає представників різних таксономічних груп: гризунів (*Rodentia*), лускокрилих (*Lepidoptera*), прямокрилих (*Orthoptera*) та твердокрилих (*Coleoptera*) [9]. Ці організми характеризуються широким спектром кормових зв'язків і здатністю пошкоджувати різні органи рослин пшениці на всіх етапах її розвитку – від проростання до дозрівання зерна. До найбільш значущих представників цього комплексу належать полівки звичайна (*Microtus arvalis*) та гуртова (*M. socialis*), різні види мишей роду *Mus* та *Apodemus*, ховрахи (*Citellus* spp.), підгризаючі совки (*Scotia* spp.), листогризучі совки, включаючи бавовникову совку (*Helicoverpa armigera*) та совку-гаму (*Autographa gamma*), лучний метелик (*Loxostege sticticalis*), представники саранових, а також ґрунтові шкідники з родин коваликів (*Elateridae*) та чорнишів (*Tenebrionidae*) [10, 11].

Агроекологічний підхід до вивчення шкідників передбачає комплексне дослідження їх взаємодії з культурними рослинами, природними ворогами та абіотичними факторами середовища в умовах конкретного агроценозу [12]. Такий підхід є особливо актуальним в контексті сучасних тенденцій розвитку сільського господарства, орієнтованих на сталі технології виробництва та збереження довкілля [13, 14] з урахуванням необхідності відновлення родючості ґрунтів після воєнних дій [15]. Розуміння агроекологічних особливостей комплексу багатоїдних шкідників є необхідною передумовою для розробки ефективних систем інтегрованого захисту рослин [16], що забезпечують не лише контроль чисельності шкідливих організмів, але й підтримання екологічної рівноваги в агроценозах [17, 18].

Теоретичні основи агроекології багатоїдних шкідників в агроценозах пшениці

Багатоїдність (поліфагія) є однією з ключових адаптивних стратегій комах і гризунів, що забезпечує їх успішне функціонування в агроценозах [19].

На відміну від спеціалізованих шкідників, багатоїдні види характеризуються широкими трофічними нішами та здатністю використовувати різноманітні кормові ресурси протягом вегетаційного сезону [20]. Агроекологічна концепція багатоїдності включає три основні аспекти: трофічну пластичність (здатність переключатися між різними кормовими об'єктами) [21], темпоральну адаптацію (синхронізацію життєвого циклу з фенологією різних культур) [22] і просторову мобільність (міграція між різними біотопами агроландшафту) [23]. Ці властивості роблять багатоїдних шкідників особливо проблематичними для управління в системах інтегрованого захисту рослин [24, 25].

В агроценозах пшениці багатоїдні шкідники займають різні екологічні ніші, що мінімізує міжвидову конкуренцію та забезпечує стабільність угруповань [26]. Надземні фітофаги (совки, лучний метелик) використовують листову масу та генеративні органи, підземні шкідники (дротяники, личинки хрущів) спеціалізуються на кореневій системі та підземних частинах стебел, а мишоподібні гризуни демонструють сезонну зміну кормових переваг від зеленої маси до насіння та зерна.

Просторове розподілення шкідників також відображає принципи екологічної сегрегації та розмежування трофічних ніш [27]. Саранові концентруються на краях полів і неорних землях, ховрахи займають степові біотопи з розрідженою рослинністю, а більшість видів совок демонструють агрегований розподіл у місцях з оптимальними мікрокліматичними умовами.

Багатоїдні шкідники демонструють складну темпоральну організацію життєвих циклів, синхронізовану з фенологією агроценозів [28]. Весняна активізація гризунів і ховрахів збігається з періодом сходів озимих культур, літні покоління совок синхронізовані з фазами активного росту рослин, а осіння концентрація шкідників на стерні та пожнивних залишках забезпечує накопичення енергетичних ресурсів для зимівлі.

Кліматичні зміни порушують усталені фенологічні зв'язки, призводячи до десинхронізації життєвих циклів шкідників і їх кормових рослин [28, 29]. Це може як посилювати шкодочинність (у випадку збігу вразливих стадій культур з піком активності шкідників), так і знижувати її (при фенологічному «розриві» між шкідником і кормовою рослиною) [30–33].

Характеристика основних груп багатоїдних шкідників

Мишоподібні гризуни становлять одну з найчисельніших і найшкідливіших груп багатоїдних фітофагів в агроценозах пшениці України. До цієї групи належать полівки звичайна (*Microtus arvalis*) і гуртова (*M. socialis*), миші хатня (*Mus musculus*), лісова (*Apodemus sylvaticus*), польова (*A. agrarius*) та курганчикова (*Mus spicilegus*).

Аналіз даних фітосанітарного моніторингу за період 2022–2024 рр. свідчить про стабільно високу чисельність цих шкідників в агроценозах України [34–36].

Навесні усіх трьох років спостерігалася значна смертність гризунів від затоплення нір талими водами –

від 4 до 70 % популяції, проте це не призводило до критичного зниження їх чисельності (*табл. 1*).

Таблиця 1

Динаміка чисельності мишоподібних гризунів в агроценозах України, 2022–2024 рр.

Показник	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Загальний рівень заселення орних і неорних земель, %	43	38	34,1
Середня чисельність, жилих колоній на га	1,7	1,9	1,8
Заселеність озимини, жилих колоній на га	0,5–1,6	0,8–1,6	0,5–2,1
Заселеність багаторічних трав, жилих колоній на га	1–5	1–5	0,7–5
Заселеність неорних земель, жилих колоній на га	1,0–4,1	1,4–4,1	1,3–4,5

Джерело: побудовано за даними [30–33].

Найвищі показники заселеності відмічалися у зонах Лісостепу та Полісся, особливо у Київській, Тернопільській і Волинській областях. У степових областях чисельність гризунів була порівняно нижчою, що пояснюється менш сприятливими кліматичними умовами та структурою агроландшафтів.

Особливо тривожним є високий репродуктивний потенціал популяцій гризунів. Протягом усього періоду спостережень співвідношення самиць і самців залишалося оптимальним (47–51 % самиць), а частка самиць, що брали участь у розмноженні, коливалася від 20 до 79 % з 3–8 ембріонами на кожну. Популяції характеризувалися різновіковою структурою з часткою молодих особин 23–67 %, що свідчить про високу життєздатність і потенційну можливість масового розмноження [34–36].

Ховрахи малий (*Citellus pygmaeus*) та крапчастий (*Spermophilus suslicus*) традиційно зосереджуються у степових і південних лісостепових областях. Протягом 2022–2024 рр. ці шкідники не мали суттєвого господарського значення, розвиваючись переважно у місцях резервацій (*табл. 2*) [34–36].

Таблиця 2

Розповсюдження ховрахів в агроценозах України, 2022–2024 рр.

Рік	Заселеність орних земель, %	Заселеність неорних земель, %	Середня чисельність, жилих нір на га
2022	11 (лише Одеська обл.)	2–33	0,1–1,5
2023	Не виявлено	0,3–2,3	0,1–2,0
2024	15,2 (Запорізька обл.)	0,2–10	0,1–2,0

Джерело: побудовано за даними [30–33].

Пробудження ховрахів відбувалося стабільно у II–III декадах березня з подальшим розселенням до кінця травня. Незважаючи на низький рівень шкодочинності, необхідним залишається моніторинг їх чисельності, особливо у Вінницькій, Дніпропетровській, Миколаївській, Сумській та Одеській областях.

Підгризаючі совки, представлені переважно озимою (*Scotia segetum*) та окличною (*S exclamatoria*), розвивалися у двох поколіннях в усіх природно-кліматичних зонах України. Поширення цих шкідників значною мірою залежить від кліматичних та ґрунтових умов. Висока щільність гусениць була виявлена в областях з теплим і вологим кліматом, таких як Запорізька, Хмельницька, Черкаська області.

За період 2022–2024 рр. підгризаючі совки проявляли свою активність на різних культурах, включаючи озиму пшеницю. Найбільше пошкоджень спостерігалася в Степу та Лісостепу, зокрема у Запорізькій, Вінницькій, Миколаївській і Кіровоградській областях. Протягом цього часу середня чисельність гусениць першого та другого поколінь варіювалася від 0,1 до 1,5 екз./м², при цьому в окремих осередках виявлялася значна чисельність – до 3–5 екз./м² (*табл. 3*) [34–36].

Таблиця 3

Динаміка чисельності підгризаючих совок, 2022–2024 рр.

Показник	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Заселеність полів сівозміни, %	35,0	36,0	30,1
Середня чисельність восени, екз./м ²	0,6	0,5	0,1–0,8
Заселеність озимини, %	47,0	43,0	43,0
Чисельність в озимині, екз./м ²	0,50	0,47	0,56

Джерело: побудовано за даними [30–33].

За даними осінніх обстежень, поширення гусениць на озимині під урожай 2023 р. становило 47 % обстежених площ (101,6 тис. га), з середньою чисельністю 0,5 екз./м². У 2022 р. було відзначено незначне збільшення площі поширення підгризаючих совок на озимині порівняно з попереднім роком. У 2023 р. середня щільність гусениць на озимій пшениці становила 0,47 екз./м², і це було зафіксовано на 43 % заселених площ. Виявлено зменшення поширення підгризаючих совок порівняно з попереднім роком (47 %). У Хмельницькій і Черкаській областях була зафіксована висока чисельність зимуючих гусениць (до 0,7 екз./м²). У 2024 р. середня чисельність гусениць першого та другого поколінь на озимій пшениці становила 0,47 екз./м² на 43 % заселених площ. Висока щільність зимуючих гусениць виявлялася в Запорізькій і Хмельницькій областях (до 1,8 екз./м² у Запорізькій області) [34–36].

Пошкодження пшениці під урожай 2023 р. були незначними в більшості регіонів. У Запорізькій області було відзначено слабе пошкодження на рівні 11–12 % рослин. В Хмельницькій області відмічався більший відсоток пошкоджених рослин пшениці озимої. У 2023 р. пошкодження пшениці від підгризаючих совок залишалися на рівні попереднього року, з пошкодженням рослин у межах 0,1–8 % на більшості площ, у деяких осередках пошкодження

сягали 11–20 %, що вказує на помірний вплив шкідників. У 2024 р. спостерігалася значна кількість осередків з пошкодженням до 40 % рослин озимого ріпаку, пшениці й інших культур у Запорізькій області, однак для пшениці пошкодження залишалися на рівні 0,1–8 % [34–36].

Комплекс листогризучих совок включав бавовникову совку (*Helicoverpa armigera*), совку-гаму (*Autographa gamma*) та карадрину (*Spodoptera exigua*). Домінуючими видами залишалися совка-гама та бавовникова совка, які завдавали значної шкоди сільськогосподарським культурам, в основному на соняшнику, кукурудзі, ріпаку та капусті, але також мали помірний вплив на пшеницю.

У 2022 р. розвиток цих шкідників був помірним завдяки сприятливим гідротермічним умовам. Совки розвивалися в два покоління, і в деяких областях, таких як Запорізька, Київська та Волинська, спостерігався навіть повний розвиток третього покоління. Середня чисельність гусениць варіювалася від 0,1 до 2 екз./м², але в осередках виявлялися випадки, коли кількість гусениць досягала 6 екз./м². На пшениці ці шкідники проявляли помірну шкодочинність, однак на інших культурах, таких як соняшник і кукурудза, шкода була значною, зокрема бавовникова совка завдала до 28 % пошкоджень у соняшнику в Запорізькій області [34].

У 2023 р. відзначався помірний розвиток і шкідливість цих совок, а також підвищення їх чисельності в результаті сприятливих погодних умов. Розвиток третього покоління совок у окремих регіонах був активним, що призвело до додаткових пошкоджень сільськогосподарських культур. У середньому чисельність гусениць становила 0,1–1,5 екз./м², а в осередках з високою чисельністю це число досягало 5–7 екз./м². На пшениці, зокрема озимій, пошкодження були меншими, але на інших культурах, таких як кукурудза і ріпак, пошкодження досягали 10–20 % [35].

У 2024 р. відзначалося значне поширення бавовникової совки та совки-гамми, чисельність гусениць яких варіювала від 0,1 до 3 екз./м², а в окремих осередках, таких як Житомирська, Миколаївська та Херсонська області, чисельність досягала 4–6 екз./м². Пошкодження пшениці були незначними, але ці шкідники завдали значної шкоди іншим культурам. Наприклад, бавовникова совка пошкодила до 25 % рослин кукурудзи в Миколаївській області. На посівах льону пошкодження сягали 40 % у слабкому ступені [36].

Лучний метелик (*Loxostege sticticalis*) протягом останніх восьми років, включаючи 2022–2024 рр., мав обмежений розвиток у природних стаціях і агроценозах (рис. 1). У степових областях формував переважно три покоління, у центральних областях Лісостепу – два повних і одне неповне (частково розвинуте) [34–36].

Зимівля шкідника проходила успішно з загибеллю лише 6–7 % зимового запасу. Літ метеликів перезимувалоного покоління розпочинався у третій декаді квітня у південних областях та у третій декаді травня у центральних регіонах. Інтенсивність льоту залишалася низькою – 1–3 екз. на 10 кроків,

з максимальними показниками 4–10 екз. на угіддях Дніпропетровської та Миколаївської областей [34–36].

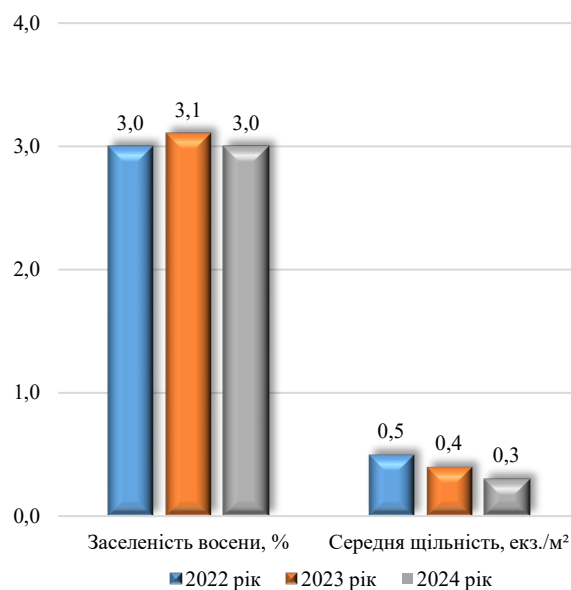


Рис. 1. Показники розвитку лучного метелика, 2022–2024 рр.

Джерело: побудовано за даними [30–33].

Угрупування саранових було представлене нестадними видами кобилок і поодинокими особинами італійського пруса (*Calliptamus italicus*) і перелітної сарани (*Locusta migratoria*). Протягом усього періоду саранові не мали господарського значення, розвиваючись переважно на неорних землях, пасовищах та у крайових смугах посівів (табл. 4) [34–36].

Таблиця 4

Динаміка чисельності саранових, 2022–2024 рр.

Показник	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Заселеність площ у вегетацію, %	10,6	6,6	6,8
Площа заселення, тис. га	15,4	11,3	13,6
Середня чисельність, екз./м ²	0,5–1,0	0,3–1,1	0,3–1,0
Заселеність ворочками восени, %	2,8	5,0	0,9
Щільність ворочок восени, екз./м ²	0,5–0,6	0,5	0,2–0,5

Джерело: побудовано за даними [30–33].

Максимальна чисельність саранових у 3–8 екз./м² спостерігалася лише в локальних осередках. Особливу увагу привернув випадок у Харківській області у 2024 р., де була виявлена перелітна сарана з чисельністю до 90 екз./м², що потребувало локалізації та знищення вогнищ [34–36].

Хрущі (*Melolontha melolontha* та *Amphimallon solstitialis*) традиційно були найчисельнішими у Лісостепу та на Поліссі. Літ дорослих жуків був помірним протягом усього періоду дослідження (рис. 2).

Найвищі показники чисельності відмічалися у Волинській (1–1,2 екз./м²), Київській і Хмельницькій областях. Шкідливість личинок залишалася

помірною, з пошкодженнями 0,1–3 % рослин у більшості регіонів та до 11–18 % в окремих осередках приватного сектора [34–36].

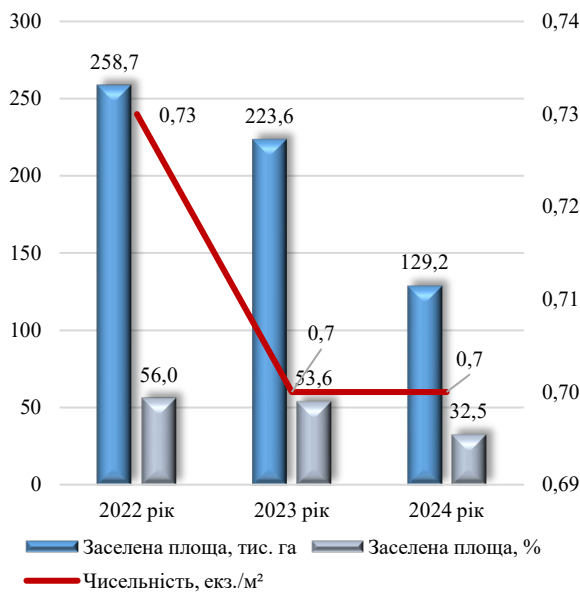


Рис. 2. Заселеність угідь личинками хрущів, 2022–2024 рр.

Джерело: побудовано за даними [30–33].

Личинки жуків чорнишів (*Tenebrionidae*) та коваликів (*Elateridae*) широко розповсюджені в агроценозах України. Їх розвиток протягом 2022–2024 рр. обмежували несприятливі погодні умови, особливо недостатнє зволоження ґрунту та підвищені температури (табл. 5) [34–36].

Таблиця 5

Заселеність угідь дротяниками, 2022–2024 рр.

Показник	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Заселеність у вегетацію, %	13	10	11
Заселеність восени, %	54	49	43
Площа заселення восени, тис. га	247,9	209,4	173,4
Середня щільність, екз./м²	0,73	0,71	0,7

Джерело: побудовано за даними [30–33].

Найбільші площі заселення відмічалися у Лісостепу та на Поліссі. Шкідливість дротяників була помірною, з пошкодженнями 0,5–6 % рослин у більшості випадків і до 23 % у крайніх осередках Львівської та Житомирської областей [34–36].

Кліматичні фактори й адаптивні механізми

Кліматичні умови мають важливе значення для розвитку багатодітних шкідників агроценозів пшениці [37]. Підвищення температури сприяє більш швидкому розвитку яйцекладок і личинок, а також дозволяє багатьом видам сформувати додаткові покоління [28, 38]. Наприклад, в степових зонах листогризучі совки можуть розвивати до трьох поколінь на рік, що сприяє збільшенню чисельності шкідників. Однак зміни клімату, зокрема підвищення температури та частіші екстремальні погодні явища, можуть призвести до фенологічних зсувів, таких

як раннє пробудження шкідників навесні, що знову ж таки впливає на шкодочинність [39]. Це може створювати відставання в адаптації шкідників до змін кліматичних умов, що в свою чергу може сприяти популяційним спалахам [40].

Крім того, температурні коливання та зміна вологості ґрунту також визначають поведінку та життєвий цикл ґрунтових шкідників, таких як дротяники та хрущі [41]. Недостатня вологість ґрунту стимулює механізми водозбереження, змушуючи шкідників мігрувати на глибші шари ґрунту. Водночас надмірна вологість ґрунту активізує патогенну мікрофлору, знижуючи виживаність зимуючих стадій. Тому кліматичні зміни мають подвійний вплив, як підвищуючи ризики, так і знижуючи можливості виживання у певних умовах [42].

Просторова екологія та ландшафтні ефекти

Агроландшафти, які складаються з чергування культурних і природних біотопів, визначають розподіл багатодітних шкідників [43, 44]. Мозаїчність таких ландшафтів сприяє популяційній стабільності шкідників завдяки наявності альтернативних ресурсів і природних ворогів [45]. Ширина крайової зони поля, де найбільша щільність шкідників, коливається від 20 до 500 м, залежно від виду шкідника [46, 47]. Саранові, зокрема, мають більший радіус міграції, порівняно з менш мобільними видами, такими як дротяники, що визначає їх розподіл по території.

Просторова структура агроландшафтів також впливає на рух шкідників між біотопами. Лісосмуги можуть служити екологічними коридорами для переміщення шкідників, а річкові долини або урбанізовані території можуть створювати бар'єри для міграції та обмежувати генетичний обмін серед популяцій [48]. Це призводить до локальної диференціації популяцій шкідників і створює умови для розвитку нових вогнищ шкоди [49]. Зміни ландшафтної структури, зокрема у напрямку до монокультурних агроландшафтів, сприяють збільшенню популяційної динаміки, оскільки такі системи не мають альтернативних ресурсів або природних ворогів, що створює сприятливі умови для спалахів чисельності шкідників [50].

Висновки

Мета статті полягала у дослідженні агро-екологічних особливостей комплексу багатодітних шкідників агроценозів пшениці в Україні, зокрема їх взаємодії з агрономічними практиками, кліматичними факторами, ландшафтною структурою й адаптивними механізмами. Оцінка впливу кліматичних змін і ландшафтних ефектів на популяційну динаміку шкідників є основним аспектом для розробки ефективних методів інтегрованого захисту пшениці.

Результати багаторічного моніторингу (2022–2024 рр.) свідчать про стабільно високу чисельність основних груп багатодітних шкідників в агроценозах пшениці України. Найбільшу загрозу становлять мишоподібні гризуни та личинки ґрунтових

шкідників (хрущі, дротяники), чисельність яких залишається на рівні, близькому до порогів шкодо-чинності. Кліматичні зміни й екстремальні погодні явища впливають на динаміку популяцій, проте не призводять до кардинальних змін у структурі шкідли-вого комплексу. Необхідним є продовження система-тичного моніторингу та розробка адаптивних стратегій управління чисельністю шкідників з урахуванням регіональних особливостей їх розповсю-дження та екологічних потреб.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці інтегрованих стратегій захисту пшениці від багатойдних шкідників з урахуванням змін клімату, ландшафтних факторів та адаптивних механізмів популяцій.

Конфлікт інтересів

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

References

- Langridge, P., & Reynolds, M. (2021). Breeding for drought and heat tolerance in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 134 (6), 1753–1769. <https://doi.org/10.1007/s00122-021-03795-1>
- Makar, O. O. (2023). Fiziolohichni osnovy produktyvnosti i yakosti zerna yaroї pshenytsi. *PhD thesis*. Lvivskiy natsionalnyi universytet imeni Ivana Franka. Lviv [in Ukrainian]
- Chaika, T. O., & Polezhak, Ye. Yu. (2024). The formation of main indicators of spring durum wheat grain quality in Poltava region. *Taurian Scientific Herald*, 2 (139), 156–163. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.2.19>
- Chaika, T. O., & Barabolia, O. (2022). Impact of damage of winter grain wheat by the corn bug (*Eurygaster integriceps* Put.) on the crop and grain quality. *Scientific Progress & Innovations*, 2 (2), 135–141. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.16>
- Bianchi, F. J., Booij, C. J. H., & Tschamtk, T. (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: A review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B*, 273 (1595), 1715–1727. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3530>
- Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74 (1–3), 19–31. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6)
- Bommarco, R., Kleijn, D., & Potts, S. G. (2013). Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology & Evolution*, 28 (4), 230–238. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>
- Mrynskyi, I. M. (2020). *Fenolohichni sposterezhennia za rozvytkom shkidnykiv: navchalnyi posibnyk*. Kherson: Oldi-plius [in Ukrainian]
- Pokozii, Y. T., Pysarenko, V. M., Dovhan, S. V., Dolia, M. M., Pysarenko, P. V., Mamchur, R. M., Bondarieva, L. M., & Pasichnyk, L. P. (2010). *Monitorynh shkidnykiv silskohospodarskykh kultur: pidruchnyk*. Kyiv: Ahrama osvita [in Ukrainian]
- Omeliuta, V. P., Hryhorovych, I. V., Chaban, V. S., Pidoplichko, V. N., Kalenych, F. S., Petrukha, O. Y., Antoniuk, S. I., Pozhar, Z. A., Tyshchenko, Ye. I., Hryhorenko, V. H., Koval, M. K., & Chemenko, O. O. (1986). *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
- Lytvynov, B. M., & Yevtushenko, M. D. (Eds.). (2005). *Silskohospodarska entomolohiia: pidruchnyk*. Kyiv: Vyscha osvita [in Ukrainian]
- Tschamtk, T., Karp, D. S., Chaplin-Kramer, R., Batáry, P., DeClerck, F., Gratton, C., Hunt, L., Ives, A., Jonsson, M., Larsen, A., Martin, E. A., Martínez-Salinas, A., Meehan, T. D., O'Rourke, M., Poveda, K., Rosenheim, J. A., Rusch, A., Schellhorn, N., Wanger, T. C., Wratten, S., & Zhang, W. (2016). When natural habitat fails to enhance biological pest control – Five hypotheses. *Biological Conservation*, 204 (8), 449–458. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.001>
- Landis, D. A., Wratten, S. D., & Gurr, G. M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45 (1), 175–201. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175>
- Letourneau, D. K., Jedlicka, J. A., Bothwell, S. G., & Moreno, C. R. (2009). Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 573–592. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120320>
- Chaika, T. O., & Korotkova, I. V. (2023). Directions and reproduction soil fertility technologies in the post-war period in Ukraine. *Agrobiology*, 1, 142–156. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-179-1-142-156>
- Kripak, A. V. (2024). Biolohichni kontrol bahatoidnykh shkidnykiv silskohospodarskykh kultur. In T. O. Chaika (Red.), *Zbalansovanyi rozvytok ekosystem: suchasnyi stan i perspektyvy: kolektyvna monohrafiia*. (s. 330–341). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
- van Emden, H. F., & Service, M. W. (2004). *Pest and vector control*. Cambridge University Press.
- Kosylovych, H. O., & Kokhanets, O. M. (2010). *Intehrovanyi zakhyst roslyn: navchalnyi posibnyk*. Lviv: Lvivskiy natsionalnyi ahrarnyi universytet [in Ukrainian]
- Fedorenko, V. P., Pokozii, Y. T., & Krut, M. V. (2004). *Shkidnyky silskohospodarskykh roslyn*. Nizhyn: AspektPolihraf [in Ukrainian]
- Bahatoidni shkidnyky. (n.d). *SuperAgronom*. Retrieved from: <https://superagronom.com/slovník-agronoma/bahatoidni-shkidniki-id20498> [in Ukrainian]
- Kennedy, G. G., & Storer, N. P. (2000). Life systems of polyphagous arthropod pests in temporally unstable cropping systems. *Annual Review of Entomology*, 45 (1), 467–493. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.467>
- Bergland, A. O., Behrman, E. L., O'Brien, K. R., Schmidt, P. S., & Petrov, D. A. (2014). Genomic evidence of rapid and stable adaptive oscillations over seasonal time scales in *Drosophila*. *PLOS Genetics*, 10 (11), e1004775. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1004775>
- Petit, S., Muneret, L., Carbone, B., Hannachi, M., Ricci, B., Rusch, A., & Lavigne, C. (2020). Chapter One - Landscape-scale expansion of agroecology to enhance natural pest control: A systematic review. In *Advances in Ecological Research*, 63, 1–48. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2020.09.001>
- Deguine, J.-P., Aubertot, J.-N., Flor, R. J., Lescouret, F., Wyckhuys, K. A. G., & Ratnadass, A. (2021). Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41 (1), 38. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00689-w>
- Angon, P. B., Mondal, S., Jahan, I., Datto, M., Antu, U. B., Ayshi, F. J., & Islam, Md. S. (2023). Integrated pest management (IPM) in agriculture and its role in maintaining ecological balance and biodiversity. *Advances in Agriculture*, 2023, 1–19. <https://doi.org/10.1155/2023/5546373>
- Knapp, J., & Sciarretta, A. (2023). Agroecology: protecting, restoring, and promoting biodiversity. *BMC Ecology and Evolution*, 23 (1), 29. <https://doi.org/10.1186/s12862-023-02140-y>
- Brewer, M. J., Umina, P. A., & Elliott, N. C. (2024). Pest management for spatially variable arthropod pests in large-scale agroecosystems. *Arthropod Management and Landscape Considerations in Large-Scale Agroecosystems*, 27–43. <https://doi.org/10.1079/9781800622777.0002>
- Skendžić, S., Zovko, M., Pajač Živković, I., Lešić, V., & Lemić, D. (2021). The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12 (5), 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>
- Schneider, L., Rebetez, M., & Rasmann, S. (2022). The effect of climate change on invasive crop pests across biomes. *Current Opinion in Insect Science*, 50, 100895. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2022.100895>

30. Huang, Y., Wu, C., Huang, W., Liu, Y., Qi, M., Bai, J., Dong, Y., Gascoigne, S. J. L., Ciais, P., Peñuelas, J., & Salguero-Gómez, R. (2023). Climate change has desynchronized insect and vegetation phenologies across Europe. [Preprint]. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2023.12.11.571152>
31. Climate change causing 60 % of plants and insects to fall out of synchrony. (2023, December 11). *British Ecological Society*. Retrieved from: <https://www.britishecologicalsociety.org/climate-change-causing-60-of-plants-and-insects-to-fall-out-of-synch/>
32. Fuchs, B., Breuer, T., Findling, S., Krischke, M., Mueller, M. J., Holzschuh, A., & Krauss, J. (2016). Enhanced aphid abundance in spring desynchronizes predator-prey and plant-microorganism interactions. *Oecologia*, 183 (2), 469–478. <https://doi.org/10.1007/s00442-016-3768-1>
33. Taylor, R. A. J., Herms, D. A., Cardina, J., & Moore, R. H. (2018). Climate change and pest management: unanticipated consequences of trophic dislocation. *Agronomy*, 8 (1), 7. <https://doi.org/10.3390/agronomy8010007>
34. Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrainy ta rekomendatsii shchodo zakhystu roslyn u 2023 rotsi. (2023). *Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv* [in Ukrainian]
35. Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrainy ta rekomendatsii shchodo zakhystu roslyn u 2024 rotsi. (2024). *Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv* [in Ukrainian]
36. Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrainy ta rekomendatsii shchodo zakhystu roslyn u 2025 rotsi. (2025). *Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv*. Retrieved from: <https://dpss.gov.ua/storage/app/sites/12/uploaded-files/0001-projekt-zbimiku-prognoz-2025-novii-2.pdf> [in Ukrainian]
37. FAO. (2021). Scientific review of the impact of climate change on plant pests. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Retrieved from: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/bbcd04b0-89dd-45a8-9d7f-37818570a275/content>
38. Cao, J., Xing, K., Zhao, F., & Li, W. (2025). Heatwave types and frequency alter multigenerational ecological response of wheat aphids. *Scientific Reports*, 15, 28307. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-13097-x>
39. Subedi, B., Poudel, A., & Aryal, S. (2023). The impact of climate change on insect pest biology and ecology: Implications for pest management strategies, crop production, and food security. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100733. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100733>
40. Eigenbrode, S. D., & Adhikari, S. (2023). Climate change and managing insect pests and beneficials in agricultural systems. *Agronomy Journal*, 115, 2194–2215. <https://doi.org/10.1002/agj.21399>
41. When temperatures rise, so do wireworms. (n.d). *BASF*. Retrieved from: <https://agriculture.basf.us/crop-protection/news-events/stories-from-the-field/when-temperatures-rise-so-do-wireworms.html>
42. van Herk, W. G., & Vernon, R. S. (2013). Wireworm damage to wheat seedlings: effect of temperature and wireworm state. *Journal of Pest Science*, 86, 63–75. <https://doi.org/10.1007/s10340-012-0461-y>
43. Gaba, S., Lescourret, F., Boudsocq, S., Enjalbert, J., Hinsinger, P., Jourmet, E. P., Navas, M.-L., Wery, J., Louarn, G., Malézieux, E., Pelzer, E., Prudent, M., & Ozier-Lafontaine, H. (2015). Multiple cropping systems as drivers for providing multiple ecosystem services: From concepts to design. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (2), 607–623. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0272-z>
44. Ali, M. P., Clemente-Orta, G., Kabir, M. M. M., Haque, S. S., Biswas, M., & Landis, D. A. (2023). Landscape structure influences natural pest suppression in a rice agroecosystem. *Scientific Report*, 13, 15726. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41786-y>
45. Tortosa, A., Giffard, B., Sirami, C., Larrieu, L., Ladet, S., & Vialatte, A. (2023). Increasing landscape heterogeneity as a win-win solution to manage trade-offs in biological control of crop and woodland pests. *Scientific Reports*, 13, Article 13573. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-40473-2>
46. Zhao, Z., Ouyang, F., & He, D. (2012). Edge effects and spillover effects of natural enemies on different habitat interfaces of agricultural landscape. *Scientia Sinica Vitae*, 42 (10), 825–840. <https://doi.org/10.1360/052012-184>
47. Metcalfe, H., Cook, S. M., & Milne, A. E. (2025). Agricultural landscape features can mitigate field-edge yield declines: Insights from yield monitor and remote sensing data. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 394, 109891. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.109891>
48. Chaika, T. O. (2025). Lisosmuly: zabutyi resurs vidnovlennia ukrainskykh gruntiv. *Naukovi chytannia imeni V. M. Vynohradova: VII Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia*. Kherson-Kropyvnytskyi: KhDAEU. <https://doi.org/10.32782/895-2025-nature-conf> [in Ukrainian]
49. Wen, Z., Yang, Q., Huang, B., Zhang, L., Zheng, H., Shen, Y., Yang, Y., Ouyang, Z., & Li, R. (2023). Landscape composition and configuration relatively affect invasive pest and its associator across multiple spatial scales. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1114508. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1114508>
50. Giometto, A., Altermatt, F., & Rinaldo, A. (2016). Demographic stochasticity and resource autocorrelation control biological invasions in heterogeneous landscapes. [Preprint]. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1602.08700>

ORCID

V. Pysarenko 	https://orcid.org/0000-0002-0184-3929
M. Pischalenko 	https://orcid.org/0000-0001-8954-8256
V. Lohvynenko 	https://orcid.org/0009-0006-8299-6148



2025 by the author(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.

Effectiveness of two-phase growing of piglets after liquid feeding in the feeding period

G. Mezhen'skyi¹ | S. Usenko² | L. Kuzmenko² | Yu. Lunyk³ | B. Shaferivskiy² | M. Ilchenko² | A. Babko² | Yu. Shchotkevych³

Article info

Correspondence Author
M. Ilchenko
E-mail:
maria.ilchenko@pdaa.edu.ua¹ Sumy National Agrarian University, 160 Herasyma Kondratieva str., Sumy, 4000, Ukraine² Poltava State Agrarian University, Skovoroda Str., 1/3, Poltava, 36000, Ukraine³ Stepan Gzhyskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Pekarska St., 50, Lviv, 79010, Ukraine**Citation:** Mezhen'skyi, G., Usenko, S., Kuzmenko, L., Lunyk, Yu., Shaferivskiy, B., Ilchenko, M., Babko, A., & Shchotkevych, Yu. (2025). Effectiveness of two-phase growing of piglets after liquid feeding in the feeding period. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 128–139. doi: 10.31210/spi2025.28.03.21

The aim of this study was to study the productive performance of piglets during rearing under single-phase and two-phase systems with changing feeding types, as well as to assess the economic efficiency of such systems. It was established that in the first rearing phase, an inverse relationship was observed between the duration of the period and the magnitude of relative gains, whereas in the second phase, relative gains increased with longer duration. At the same time, the overall impact of these changes on the total relative gains for the entire rearing period was insignificant and ranged from 0.2–1.6 %. It has been shown that the average daily gains for the entire rearing period largely depended on animal relocation and did not differ significantly among the control groups. Due to the differences in piglet mass at the beginning of the first and second phases, under dry feeding, the average daily gains decreased with increasing duration, whereas under liquid feeding, they increased with shorter duration. It was found that in the group of animals with single-phase rearing, without transportation or changes in the feeding method, the highest average live weight per head at the end of rearing was obtained – 29,1 kg, the highest absolute gain of one head for the entire rearing period – 22,85 kg, the highest survival rate of piglets – 98,93 % and the highest average daily gain – 466 g. These indicators were higher compared to animals that were transported to another site during the growing-up period, with a change in feeding method from dry to liquid. At the same time, in this group of piglets the average daily feed consumption did not exceed that of the others, and the feed conversion and feed cost per 1 kg of gain were the lowest compared to the groups with two-phase growing-up. Despite nearly identical rearing costs per piglet, the cost after finishing was only 0,3–0,6 % higher. However, due to the higher live weight after finishing, the selling price of one head was 1,4–2,1 % higher compared to the groups of animals with two-phase rearing. This resulted in a 3,4–6,7 % greater profitability of these animals than animals raised under the two-phase system. In turn, this contributed to an improvement in the profitability of raising animals with this feeding method by 1,05–2,43 %. At the same time, animals of the third and fourth groups, where the share of time using liquid feeding was 29 and 43 % of the entire growing period, respectively, demonstrated increased efficiency in producing a unit of live weight gain. This is reflected in lower operating costs and higher profitability per 1 kg of live weight.

Keywords: piglet, rearing, feed conversion, survival, gains, cost, income, profitability.

Ефективність двофазового дорощування поросят після рідкої годівлі в підсисний період

Г. В. Меженський¹ | С. О. Усенко² | Л. М. Кузьменко² | Ю. М. Луник³ | Б. С. Шаферівський² | М. О. Ільченко² | А. С. Бабко² | Ю. І. Щоткевич³¹ Сумський Національний аграрний університет, м. Суми, Україна² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна³ Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Метою статті було дослідження продуктивних якостей поросят під час дорощування за однофазної та двофазної систем зі зміною типів годівлі, а також оцінка економічної доцільності таких систем. Встановлено, що в першій фазі дорощування спостерігалася обернена залежність між тривалістю періоду та величиною відносних приростів. Натомість у другій фазі зі збільшенням тривалості відносні прирости зростали. При цьому вплив цих змін на загальні відносні прирости за весь період дорощування був незначним і коливався в межах 0,2–1,6 %. Доведено, що середньодобові прирости за весь період дорощування здебільшого залежали від факту переміщення тварин і суттєво не відрізнялися у підконтрольних групах. Водночас, через різну масу поросят на початку першої та другої фаз дорощування, за сухого способу годівлі середньодобові прирости зменшувалися зі збільшенням тривалості цього періоду, а за рідкого – збільшувалися зі зменшенням його тривалості. Виявлено, що в групі тварин за однофазного дорощування, за відсутності перевезення тварин та зміни способу годівлі, було отримано найвищу середню масу однієї голови по закінченню дорощування – 29,1 кг, найбільший абсолютний приріст однієї голови за весь період дорощування – 22,85 кг, найвищий показник збереженості поросят – 98,93 % та найбільший середньодобовий приріст – 466 г. Ці показники були вищими порівняно з тваринами, які під час періоду дорощування мали перевезення на інший майданчик зі зміною способу годівлі з сухого на рідкий. Одночасно, у цій групі поросят середньодобове споживання кормів не перевищувало споживання в інших групах, а конверсія корму та вартість кормів на 1 кг приросту були найменшими порівняно з групами за двофазного дорощування. У цій групі, за майже однакової собівартості дорощування одного підсвинка, його собівартість після завершення дорощування виявилась лише на 0,3–0,6 % вищою. Однак, завдяки вищій живій масі по завершенні процесу дорощування, реалізаційна ціна однієї голови була на 1,4–2,1 % вищою порівняно з групами тварин за двофазного дорощування. Це спричинило перевищення прибутковості цих тварин на 3,4–6,7 % над тваринами, вирощеними за двофазної системи. Своєю чергою, це посприяло покращенню рентабельності вирощування тварин із цим способом годівлі на 1,05–2,43 %. Водночас, тварини третьої та четвертої груп, де частка часу з використанням рідкої годівлі складала 29 та 43 % від усього періоду дорощування відповідно, демонстрували підвищену ефективність у виробництві одиниці приросту живої маси. Це відображається у найнижчій операційній собівартості дорощування та найвищій рентабельності отримання 1 кг живої маси.

Ключові слова: поросля, дорощування, конверсія корму, збереженість, прирости, собівартість, дохід, рентабельність.**Бібліографічний опис для цитування:** Меженський Г. В., Усенко С. О., Кузьменко Л. М., Луник Ю. М., Шаферівський Б. С., Ільченко М. О., Бабко А. С., Щоткевич Ю. І. Ефективність двофазового дорощування поросят після рідкої годівлі в підсисний період. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 128–139.

Вступ

Важливість етапу дорощування у виробництві свинини є беззаперечною, оскільки в цей період молодняк стикається зі значними стресовими факторами, що безпосередньо впливають на їхній добробут та продуктивність [11, 18]. Оптимальні умови утримання, зокрема мікроклімат, є критично важливими для забезпечення теплового комфорту, здоров'я дихальних шляхів та ефективного росту поросят [52, 54, 56]. Контроль температури, вологості повітря та ефективна вентиляція для видалення шкідливих газів є ключовими аспектами для підтримки високої продуктивності та запобігання респіраторним захворюванням.

Значне зростання кількості народжених поросят призводить до зменшення їхньої маси при народженні та відлученні [30, 35, 39, 62]. Поросята з меншою масою тіла при відлученні мають тенденцію до нижчої життєздатності, гірших показників росту та потребують більше часу для досягнення забійної кондиції [8, 14, 29, 36, 37, 41, 43–45, 55, 65]. Маса при постановці на дорощування є важливим індикатором подальшої продуктивності, впливаючи на швидкість росту, ризик захворювань, ефективність використання кормів та тривалість виробничого циклу.

Тривалість періоду дорощування також є важливим фактором, проте дослідження Vdovychenko et al., 2018 показали, що скорочення цього періоду може не впливати негативно на продуктивність. Тип підлоги в станку є ще одним значущим аспектом, що впливає на добробут та продуктивність поросят. Суцільна бетонна підлога може призводити до травм кінцівок, тоді як наявність підстилки сприяє більш природній поведінці [61]. Решітчасті полімерні підлоги показали кращі результати порівняно з бетонними [4, 17, 26, 31]. Забезпечення збагачувальних матеріалів, таких як солома чи іграшки, може знижувати рівень агресії та покращувати ріст поросят [5, 47, 63].

Забезпечення якісного корму а також постійного доступу до питної води є фундаментальним для росту [3, 16, 21]. Існують різні погляди на оптимальний тип годівлі (рідкий чи сухий) на етапі дорощування [1, 2, 25, 34, 38, 40, 42, 49, 59, 66]. Важливим є також достатній фронт годівлі для забезпечення рівномірного споживання корму [12, 64]. Генотип, стать та пора року також впливають на продуктивність поросят [22–24, 33, 50].

Щільність посадки поросят є критично важливим фактором для мінімізації стресу та агресії [10, 19]. Недостатня площа призводить до підвищення рівня стресу та агресивних взаємодій. Розрахунок площі станка зазвичай базується на максимальній масі тварин, проте швидкий ріст сучасних генотипів може призводити до необхідності коригування площі протягом періоду дорощування [39].

У практиці виділяють однофазне (традиційне) та багатофазне (прогресивне) утримання поросят на дорощуванні [11]. Багатофазне утримання передбачає переміщення поросят між різними виробничими секціями зі збільшенням площі відповідно до їхнього віку та маси. Ця система набула значного поширення

у світі [56, 57]. Важливою відмінністю між цими двома системами є підхід до годівлі та утримання. Однофазне дорощування характеризується утриманням поросят в одному приміщенні протягом усього періоду дорощування, часто з поступовим коригуванням раціону відповідно до їхнього віку та ваги [20, 61], але без зміни типу годівлі чи значного перегрупування. На противагу цьому, багатофазне дорощування передбачає не лише зміну площі утримання, але й часту зміну раціонів, а іноді й типу годівлі (рідкий на сухий або навпаки) у зв'язку з переміщенням поросят між різними фермами або секціями, які можуть бути обладнані різними системами годування [58, 67]. Таким чином, багатофазне утримання забезпечує більш динамічне пристосування умов утримання та годівлі до фізіологічних потреб поросят на різних етапах їхнього розвитку, що потенційно може призвести до кращих показників продуктивності та добробуту.

Водночас багатофазне дорощування поросят, що включає переміщення між різними фермами, часто супроводжується зміною способу годівлі, що може мати значний вплив на їхню ефективність [53, 55, 58]. Як переміщення, так і зміна системи годівлі є стресовими факторами для поросят [28, 48], що може призводити до зниження темпів росту та погіршення загального стану здоров'я [59]. Адаптація до нових умов годівлі, утримання та менеджменту потребує часу, протягом якого продуктивність тварин може бути зниженою.

Крім того, процес переміщення підвищує ризик виникнення інфекційних захворювань через тимчасове пригнічення імунної системи поросят [27, 51]. Це робить їх більш сприйнятливими до різних патогенів, що може негативно вплинути на їхній ріст та ефективність використання кормів.

Традиційне однофазне дорощування, як правило, передбачає утримання поросят в одному приміщенні до моменту переведення на відгодівлю без зміни типу годівлі [32, 60]. Коригується лише поживність та об'єм раціонів відповідно до вікових потреб тварин. На відміну від цього, багатофазне утримання може включати перехід від рідкого корму на ранніх етапах до сухого на пізніших, або навпаки, залежно від наявного обладнання на кожній виробничій ділянці [15, 46].

Дослідження щодо порівняльної ефективності однофазного та багатофазного дорощування з акцентом на змінні типи годівлі є важливими для оптимізації виробничих процесів. Виробникам необхідно зважувати потенційні переваги багатофазного утримання, такі як зменшення площ під дорощування та покращення біобезпеки за рахунок розділення тварин за віковими групами, з потенційними негативними наслідками стресу від переміщення та зміни корму.

Наразі існує потреба в подальших дослідженнях, спрямованих на визначення оптимальної тривалості кожної фази багатофазного дорощування та розробку стратегій мінімізації стресу, пов'язаного з переміщенням та зміною типу годівлі. Вивчення впливу різних комбінацій типів годівлі на різних етапах багатофазного дорощування на продуктивність,

здоров'я та економічну ефективність виробництва є особливо актуальним. Результати таких досліджень допоможуть виробникам приймати обґрунтовані рішення щодо вибору оптимальної системи дорощування поросят.

Мета дослідження

Мета роботи – дослідження продуктивних якостей поросят під час дорощування за однофазної та двофазної систем зі зміною типів годівлі, а також оцінка економічної доцільності таких систем

Матеріали і методи

З метою вивчення продуктивних якостей та економічної доцільності багатofазної системи вирощування поросят, з травня 2024 року щотижня

Таблиця 1
Схема досліду

Показник	Група поросят та її призначення			
	I	II	III	IV
Кількість поросят на початок дослід, гол.	2800	2800	2800	2800
Породність поросят	♀(Л×ВБ)×♂ PIC-337			
Вік поросят при постановці на дорощування, діб	21			
Спосіб підгодовлі поросят в підсисний період	рідким замінником молока Opticare Milk			
Тривалість першої фази дорощування, діб	49,00	42,00	35,00	28,00
Тривалість другої фази дорощування, діб	0,00	7,00	14,00	21,00
Тривалість всього періоду дорощування, діб	49	49	49	49
Спосіб утримання поросят під час обох фаз дорощування	підлогово-станковий на повністю щільній підлозі по 50 голів в станку			
Спосіб годівлі поросят в першій фазі дорощування	сухими гранульованими комбікормами			
Спосіб годівлі поросят в другій фазі дорощування	рідкими повнораціональними комбікормами			
Вік поросят по завершенню дорощування, діб	71			

Цей же корм застосовувався для всіх піддослідних поросят на початковому етапі дорощування, поки вони не досягали 9 кг живої маси. Потім їхнє харчування змінювалося на другий престартерний корм (для ваги 9–12 кг) того самого виробника, який вони вживали до досягнення 12 кг. Після того, як кожна група досягала визначеної ваги, що фіксувалося шляхом зважування в контрольних станках, тварин переводили на стартерні корми «Старт 12–25», які використовувалися до етапу відгодовлі.

Усі піддослідні поросята під час першої фази дорощування отримували сухі повнораціональні комбікорми зазначених рецептур із самогодівниць. Ці годівниці були змонтовані на спільній бічній перегородці двох станків, забезпечуючи фронт годівлі 2,5 см на кожне порося. Облік спожитих кормів усіх видів здійснювався за допомогою торсійних ваг, встановлених у змішувачах корму.

Впродовж перших п'яти днів після переведення на дорощування, окрім вільного доступу до сухого комбікорму в самогодівницях, поросятим цих груп згодовували рідку кормову суміш. Цю суміш готували, змішуючи три частини теплої води з однією частиною комбікорму, і подавали у додаткових годівницях, тимчасово розміщених у станках з розрахунку 8 см довжини годівниці на одну голову.

Після відлучення та переведення на етап дорощування, поросят усіх експериментальних груп розміщували в станках по 50–55 голів. У кожному

(по четвергах) під час відлучення 21-добових поросят від свиноматок формували групи по 2800 голів. При переведенні на етап дорощування кожену групу піддавали зважуванню.

У досліді задіяно гібридне поголів'я, одержане від свиноматок порід велика біла та ландрас (англійська селекція) і кнурів синтетичної лінії PIC 337 аналогічного походження. Експеримент проводили згідно зі схемою, наведеною у *таблиці 1*.

У підсисний період, починаючи з другої доби життя, всі поросята в дослідних групах отримували рідкий замінник молока Opticare Milk через систему подачі Cullina Mix Pro. З сімнадцятої доби їх почали підгодовувати сухим престартерним комбікормом «Superior Shield Neonatal» (для ваги 0–9 кг), який знаходився у переносних годівницях, прикріплених до підлоги станка для опоросу.

станку підлога була повністю щільною, а площа утримання становила 0,33 м² на одну тварину. Для обігріву кожний станок обладнувався брудером, площею 0,04 м² на порося. Вентиляцію приміщень забезпечувала система рівномірного тиску від компанії Big Dutchman, а параметри мікроклімату контролювалися автоматизованим процесором. Для напування використовувалися чашкові поїлки, встановлені на висоті 12 см, з розрахунку одна поїлка на 10 поросят.

При переведенні на дорощування, у кожній групі після сортування поросят було виділено по чотири контрольні станки, розміщені в центральній частині приміщення для репрезентації середньої живої маси поросят у групі. У день початку дорощування всі поросята в контрольних станках були індивідуально зважені, після чого в кожному з них було забезпечено однакове співвідношення самців і самок. Для подальшої ідентифікації всім тваринам у контрольних станках було прикріплено індивідуальні номерні бирки.

За таких умов утримання, поросята першої групи залишалися впродовж усього періоду дорощування. Натомість їхні аналоги з другої, третьої та четвертої груп були переведені на другу фазу дорощування на 42-гу, 35-ту та 28-му добу цього періоду відповідно, в ідентичні станки цеху дорощування № 5, де приміщення для дорощування в цехах № 1 та № 5 мали однакові умови утримання, але відрізнялися

системою годівлі. Відповідно до присвоєних номерів, поросят із контрольних станків знову зважували при їхньому переведенні на другу фазу дорощування.

Після переведення на другу фазу дорощування, поросята дослідних груп отримували ті самі корми, але у вигляді рідкої суміші. Ця суміш готувалася шляхом змішування однієї частини корму з 2,8 частинами води та подавалася 22 рази на добу за допомогою кормової системи Megamix. Доставка корму до годівниць здійснювалася через кормопроводи, а фронт годівлі на одне пороса становив 8 см, що повністю забезпечувало потреби всіх тварин у кормі протягом доби. Водночас, на відміну від інших піддослідних тварин, їхні аналоги з першої контрольної групи протягом усього періоду дорощування отримували сухі корми тих самих рецептур.

Утримання піддослідних тварин та здійснення всіх ветеринарно-санітарних процедур протягом експерименту відбувалися відповідно до єдиного протоколу, що відповідав європейським (регламент ЄС 288/96) та національним стандартам у сфері добробуту свиней [6, 7, 13]. Протягом усього дослідного періоду проводився постійний нагляд за станом здоров'я поросят, реєструвалися випадки падежу, встановлювалися їхні причини та визначалася маса загинувших тварин.

На основі даних зважування контрольних станків у кожній піддослідній групі, обліку спожитих кормів та щоденної реєстрації вибуття тварин, розраховувалися такі показники, як середньодобове споживання корму, коефіцієнт конверсії корму, рівень збереженості поголів'я, жива маса тварин при

переведенні на наступний етап дорощування, а також кількість і маса вибулих тварин з кожної групи. Біометричні показники для контрольних станків визначалися за результатами індивідуального зважування. Статистичний аналіз отриманих результатів проводився з використанням методів, описаних у праці [9], за допомогою персонального комп'ютера та програмного забезпечення MS Excel.

Результати та їх обговорення

Як видно з результатів дослідження, представлених у **таблиці 2**, на початок дослідів маса поросят усіх чотирьох піддослідних груп відрізнялася незначно, в межах статистичної похибки. По завершенню першої фази дорощування спостерігалися значні розбіжності, пов'язані з тривалістю цієї фази. Логічно, найвищою маса виявилася у тварин контрольної групи, де перший період дорощування становив 49 діб, а найменшою – у їхніх аналогів з четвертої групи, де тривалість першої фази склала 28 діб.

Загалом, по завершенню дорощування, у віці 71 добу, найвищу масу мали тварини контрольної групи, в яких не було перегрупування та переведення під час періоду дорощування. Водночас тварини другої групи, яких перевели із сухої годівлі на першій фазі дорощування на рідку в останній тиждень, поступилися аналогам контрольної групи на 0,4 кг, тварини третьої групи – на 0,6 кг, а четвертої – на 0,4 кг. У свою чергу, підсвинки третьої групи мали по завершенню дорощування на 0,2 кг меншу масу порівняно з аналогами другої та четвертої груп.

Таблиця 2

Динаміка живої маси поросят на дорощуванні

Показник	Група та її призначення			
	I (контрольна)	II (дослідна)	III (дослідна)	IV (дослідна)
Група поросят				
Тривалість першої фази дорощування, діб	49	42	35	28
Тривалість другої фази дорощування, діб	0	7	14	21
Частка періоду другої фази в загальній тривалості дорощування, %	0	14	29	43
Середня маса однієї голови при постановці на дослід, кг	6,25±0,11	6,23±0,13	6,29±0,17	6,19±0,10
Середня маса по завершенні першої фази дорощування, кг	29,1±0,21	24,4±0,23	20,2±0,19	17,4±0,13
Вік поросят по завершенні дорощування, діб	71	71	71	71
Середня маса однієї голови по закінченню дорощування, кг	29,1±0,21	28,7±0,27	28,5±0,21*	28,7±0,24
Середньодобове споживання корму, кг	0,73	0,73	0,71	0,73
Конверсія корму, кг	1,56	1,58	1,57	1,58

Примітка: * – $p \leq 0,05$ порівняно з контрольною групою.

Водночас середньодобове споживання корму не залежало від тривалості дорощування при різних способах годівлі. Воно виявилось незначно меншим (на 0,01 кг) у тварин третьої групи порівняно з іншими піддослідними групами. Схожа картина спостерігалася і щодо конверсії корму за весь період дорощування: найнижчою вона була у тварин контрольної групи, які весь час перебували на сухому типі годівлі. На 0,01 кг цей показник був гіршим у тварин третьої групи, де тривалість рідкої годівлі становила 14 діб, і на 0,02 кг гіршим у аналогів першої та четвертої груп, де тривалість рідкої годівлі відповідно складала 7 і 21 добу.

Абсолютні прирости в різні фази дорощування більшою мірою залежали від тривалості фази, ніж від способу годівлі. Як видно з графіка на **рисунку 1**,

у другій групі, де тривалість першої фази дорощування становила 42 дні, абсолютний приріст склав 18,17 кг, що на 4,38 кг менше, ніж у тварин контрольної групи, де все дорощування відбувалося в першу фазу, але на 4,36 кг більше, ніж у тварин третьої дослідної групи, де тривалість першої фази становила 35 діб, та на 2,7 кг більше, ніж у тварин четвертої групи, де тривалість сухої фази годівлі становила 28 діб.

Абсолютний приріст тварин третьої групи виявився на 8,64 кг меншим, ніж у аналогів контрольної групи, але на 4,26 кг більшим, ніж у тварин четвертої групи. Схожа тенденція спостерігалася і за абсолютними приростами в другу фазу дорощування.

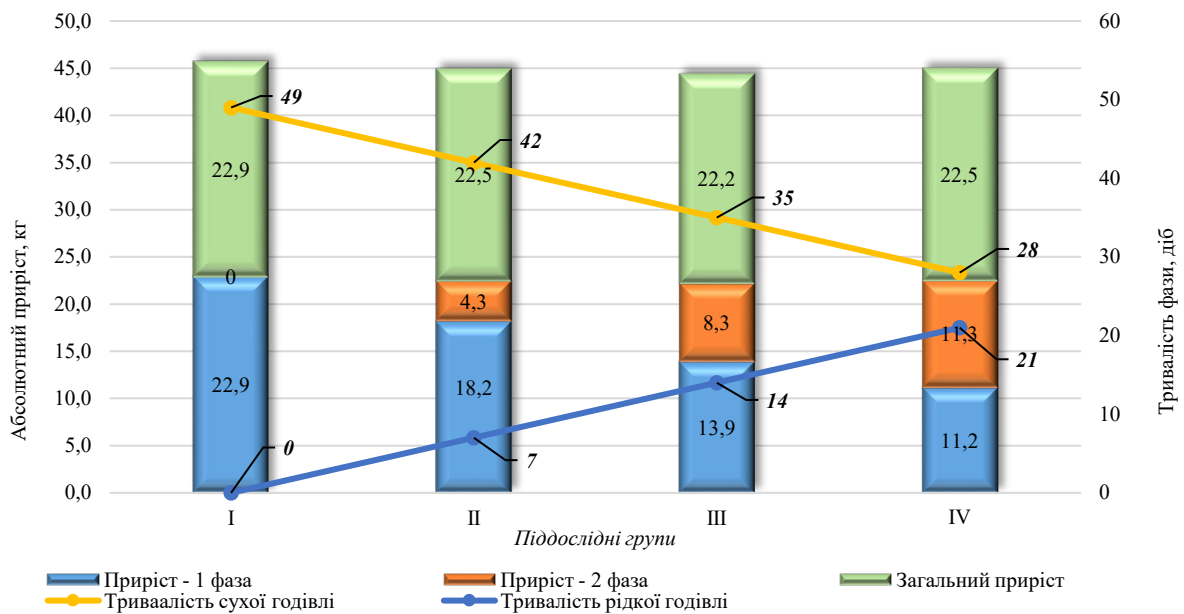


Рис. 1. Абсолютний приріст за фазами дорощування

Тут також абсолютні прирости більше залежали від тривалості фази, ніж від способу годівлі. Як видно із зображеного графіка (рис. 1), у другій групі, де тривалість рідкої годівлі складала сім діб, абсолютний приріст становив 4,3 кг. Тоді як у третій групі, де тривалість рідкої годівлі була на 7 діб більшою, приріст зріс на 4,0 кг. У четвертій же групі, де тривалість другої фази з рідкою годівлею складала 21 добу, абсолютний приріст збільшився на 7,0 кг порівняно з другою і на 3,0 кг порівняно з третьою групою.

З метою наочного співставлення тривалості періодів різних фаз дорощування та частки абсолютних приростів, отриманих протягом цих періодів, було розраховано відносні показники тривалості фаз та частки абсолютних приростів для кожної фази. Результати проведених розрахунків представлені графічно на рисунку 2. Візуалізація цих даних

демонструє, що спосіб годівлі, поряд з тривалістю фази дорощування, чинив вплив на інтенсивність росту та величину абсолютних приростів поросят. З цього графіку чітко видно, що в контрольній групі із єдиною фазою сухого дорощування весь абсолютний приріст сконцентрований у цій фазі. На відміну від цього, у другій дослідній групі 86 % тривалості першої фази забезпечили 81 % приросту. Аналогічно, у третій дослідній групі, де перша фаза займала 71 % періоду сухого дорощування, було досягнуто 63 % абсолютних приростів. У четвертій групі ця тенденція зберігається: 57 % тривалості першої фази відповідають 50 % загального приросту. З огляду на меншу початкову масу поросят у перший період дорощування та, як наслідок, нижчу інтенсивність їхнього росту, є закономірним, що величина абсолютних приростів у першій фазі не корелювала прямо пропорційно з її тривалістю.

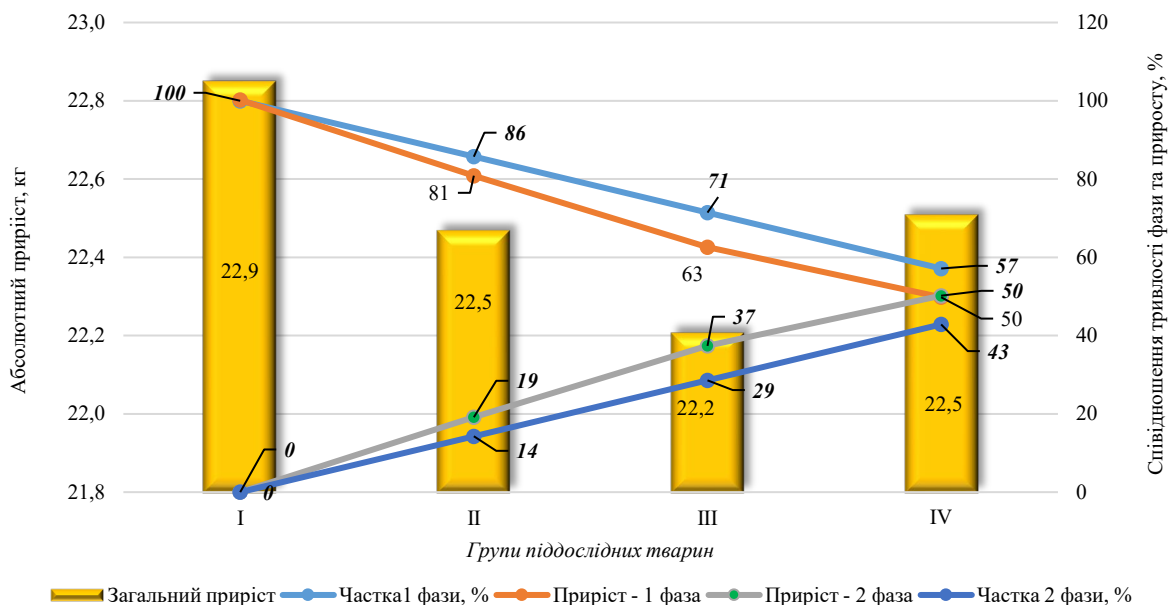


Рис. 2. Вплив тривалості фаз на абсолютний приріст

У другій фазі дорощування виявлено зворотну закономірність. Завдяки більшій живій масі порослят на момент переведення до цієї фази, спостерігалася підвищена інтенсивність росту, що обумовило значніші абсолютні прирости з вищими відносними показниками щодо тривалості фази. Зокрема, в другій групі, де фаза рідкої годівлі займала 14 % періоду, було отримано 19 % абсолютного приросту. Тоді як у третій дослідній групі де частка другої фази з рідким типом годівлі становила 29 %, що призвело до отримання 37 % абсолютних приростів від загального значення за період дорощування. У четвертій групі

при сумарному абсолютному прирості в 22,5 кг на другу фазу припадало 50 % приросту, при цьому тривалість даної фази складала 43 % від загальної тривалості періоду дорощування.

Аналіз показників відносних приростів виявив іншу тенденцію, а саме їхнє суттєво вище значення у перший період вирощування порівняно з другим. Графічні дані, представлені на [рисунку 3](#), свідчать про незначну варіабельність відносних приростів за весь період дорощування між досліджуваними групами (в діапазоні 0,2–1,6 %).

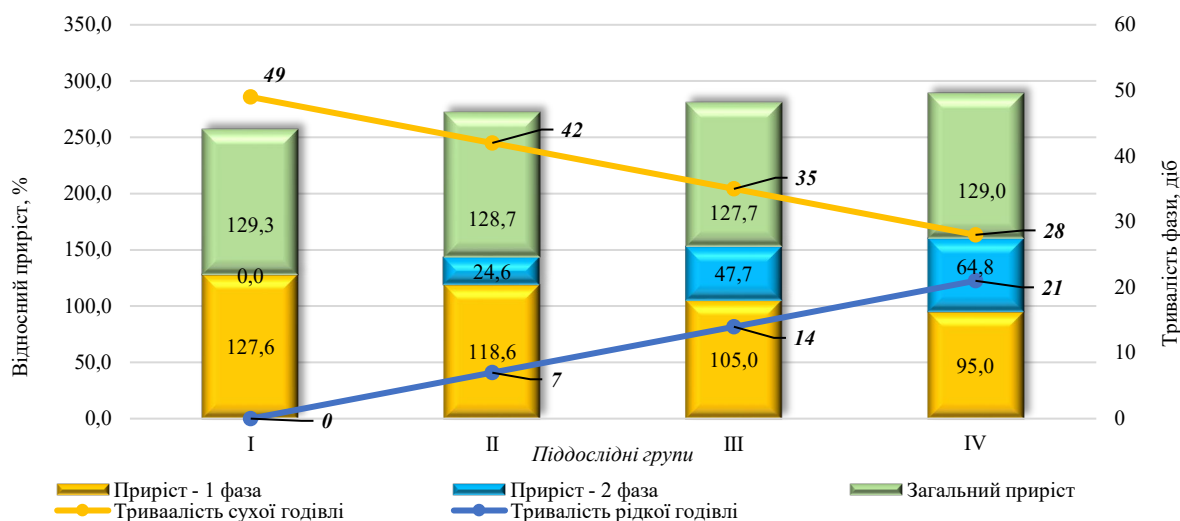


Рис. 3. Вплив тривалості фаз на відносний приріст, %

Водночас, у першій фазі дорощування спостерігалася обернено пропорційна залежність між тривалістю фази та величиною відносного приросту. Так, у другій групі, де тривалість першої фази була на 7 діб меншою за контрольну, відносний приріст зменшився на 8,9 %. У третій групі скорочення тривалості першої фази на 14 діб супроводжувалося зниженням відносного приросту на 22,6 %. У четвертій групі, де тривалість першої фази становила 28 діб, відносний приріст скоротився на 23,6 %.

Протилежна тенденція спостерігалася у другій фазі дорощування, де величина відносних приростів демонструвала пряму залежність від тривалості даного періоду. Графік на [рисунку 3](#) ілюструє, що в третій групі, де друга фаза була довшою на 7 діб, відносний приріст збільшився на 13,6 %. Аналогічно, у четвертій групі збільшення тривалості другої фази на 14 діб (порівняно з другою групою) призвело до зростання відносних приростів на 23,6 %, а в четвертій групі – на 40,2 %. Різниця між третьою та четвертою групами за цим показником становила 17,1 % на користь четвертої групи, де друга фаза тривала три тижні.

Таким чином, у першій фазі дорощування спостерігалася обернена залежність між тривалістю періоду та величиною відносних приростів. Натомість у другій фазі зі збільшенням тривалості відносні прирости зростали. При цьому вплив цих змін на загальні відносні прирости за весь період дорощування був незначним і коливався в межах 0,2–1,6 %.

Середньодобові прирости за весь період дорощування виявили меншу залежність від тривалості окремих фаз і більшу – від їх кількості. Зокрема, як видно з графіку зображеного на [рисунку 4](#), у контрольній групі, де застосовувалося однофазне сухе годування, середньодобові прирости перевищували показники двофазних груп на 7–13 г.

При цьому різниця між групами з двофазним дорощуванням за середньодобовими приростами коливалася в межах 1–6 г. Проте, в межах окремих фаз дорощування середньодобові прирости демонстрували залежність від тривалості фази. Зокрема, у першій фазі сухого годування скорочення тривалості фази супроводжувалося зменшенням середньодобових приростів. Максимальний приріст у першій фазі зафіксовано в контрольній групі, де тварини не переміщувалися. У другій групі, де тривалість сухої фази була на тиждень меншою і відбувалося переведення на інший комплекс для другої фази, середньодобові прирости знизились на 33 г. У третій групі скорочення першої фази на 14 діб за їх переведення на інший комплекс для другої фази призвело до зниження цього показника на 69 г, а в четвертій групі, де перша фаза була коротшою на 21 добу, зниження склало 66 г. Варто зазначити, що різниця між третьою та четвертою групами за середньодобовими приростами була незначною, тоді як порівняно з другою групою вона становила 32–35 г.

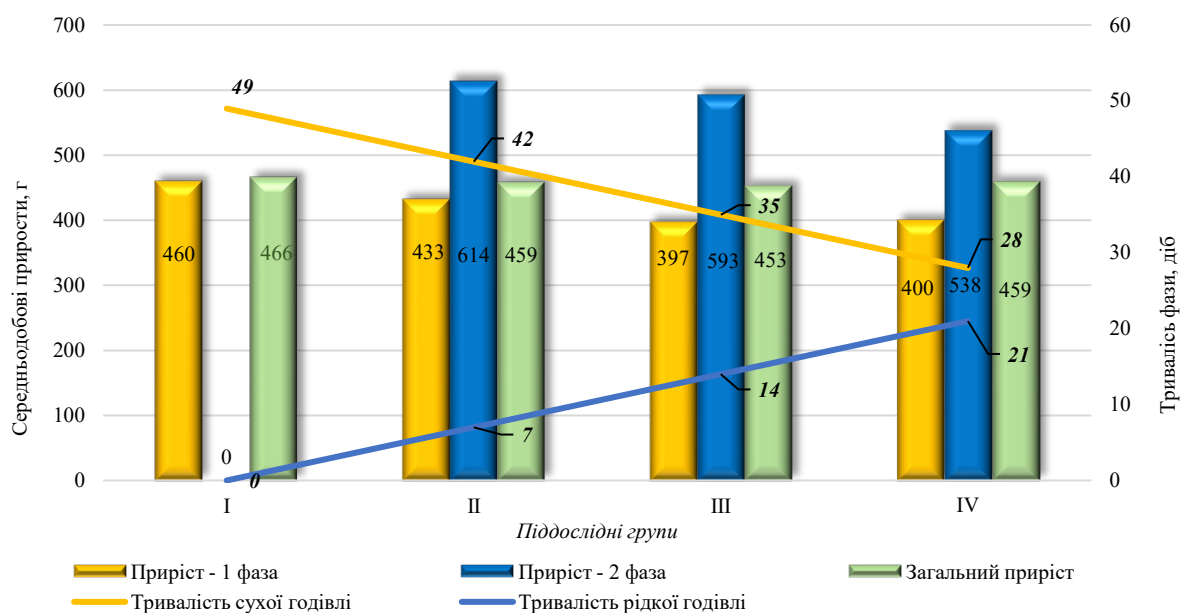


Рис. 4. Вплив тривалості фаз на середньодобовий приріст

Порівняльний аналіз середньодобових приростів у другій фазі дорощування виявив обернену залежність між величиною приросту та тривалістю періоду. Графічні дані демонструють, що найвищі показники середньодобових приростів спостерігалися у тварин другої дослідної групи, досягаючи 614 г. У третій групі, де фаза рідкої годівлі була на тиждень коротшою, середньодобові прирости знизилися на 21 г порівняно з другою групою. У четвертій групі, де друга фаза була коротшою на 14 діб, це зниження становило 76 г. Різниця в середньодобових приростах між третьою та четвертою групами, тривалість дорощування в яких різнилася на 7 діб, складала 55 г.

Отже, середньодобові прирости за весь період дорощування залежали здебільшого від факту

переміщення тварин і суттєво не відрізнялися у підконтрольних групах. Водночас, через різну масу поросят на початку першої та другої фаз дорощування, за сухого способу годівлі середньодобові прирости зменшувалися зі збільшенням тривалості цього періоду, а за рідкого – збільшувалися зі зменшенням його тривалості.

Збереженість поросят в обох групах залежала як від переведення тварин на іншу фазу, так і від тривалості фаз дорощування. Як видно з [таблиці 3](#), найкраща збереженість поросят за весь період дорощування спостерігалася у тварин першої групи, де їх не переміщували.

Таблиця 3

Збереженість поросят під час дорощування

Показник	Група поросят			
	I	II	III	IV
Кількість поросят на початок дослідів, гол	2733	2799	2906	2711
Тривалість першої фази дорощування, діб	49	42	35	28
Вік по завершенню першої фази дорощування, діб	49	42	35	28
Збереженість в першу фазу дорощування, %	98,93	98,87	99,17	99,04
Частка поросят що вибула в першу фазу дорощування, %	1,07	1,13	0,83	0,96
Середня маса 1 голови що вибула в першу фазу дорощування, кг	8,60	8,90	11,20	9,20
Кількість поросят по завершенню першої фази дорощування, гол.	2704	2767	2882	2685
Тривалість другої фази дорощування, діб	0	7	14	21
Відхід поросят в другу фазу дорощування, %	0,00	0,31	0,56	0,71
Збереженість поросят в другу фазу дорощування, %	100,00	99,69	99,44	99,29
Середня маса поросят що вибули в другу фазу дорощування, кг	0,00	21,00	13,29	20,04
Вік поросят по завершенні дорощування, Діб	71,0	71,0	71,0	71,0
Відхід поросят за весь період дорощування, %	1,07	1,44	1,39	1,67
Збереженість поросят за весь час дорощування, %	98,93	98,56	98,61	98,33
Кількість поросят на кінець дорощування, гол.	2704	2759	2866	2666

У тварин другої групи, яких переміщували на другу фазу зі зміною системи годівлі за тиждень до її завершення, збереженість погіршилася на 0,37 %. У третій групі з тривалістю першої фази 35 діб вона була гіршою на 0,32 %, а найгіршою (на 0,60 %) виявилася в четвертій групі, де тривалість першої фази становила 28 діб.

Тоді як збереженість поросят протягом обох фаз дорощування залежала переважно від їх тривалості, а не від способу годівлі. У першій групі, де не було переміщення поросят, але тривалість першої фази становила 49 діб, відхід поросят склав 1,07 %. Тоді як у другій групі, де тривалість першої фази становила 42 доби, за рахунок переміщення тварин відхід

поросят збільшилися на 0,06 %. Водночас, за рахунок скорочення першої фази в третій і четвертій групах, він зменшився на 0,24 та 0,11 % відповідно. У другу фазу дорощування збереженість прямо пропорційно залежала від тривалості фази. Як видно з *таблиці 3*, у другій групі, де тривалість фази становила сім днів, вона склала 99,69 %. Тоді як у третій групі, де тривалість рідкої годівлі збільшилася до 14 діб, збереженість погіршилася на 0,25 %. А в четвертій групі, де тривалість другого періоду дорощування склала 21 добу, вона погіршилася на 0,4 %.

Водночас маса тварин, що вибули, не мала чіткої тенденції як під час першої, так і під час другої фаз

дорощування. Закономірно, за рахунок збільшення маси поросят при переведенні на другу фазу, маса вибулих поросят виявилася вищою у другій фазі порівняно з першою.

Як видно з графіка, зображеного на *рисунку 5*, за 49 діб дорощування тварини піддослідних груп спожили корм у межах 34,91–35,63 кг. Значної різниці за цим показником між першою, другою та четвертою групами не встановлено. Водночас тварини третьої групи, яких перевели на другу фазу дорощування у віці 35 діб, поступалися за цим показником аналогам першої групи на 0,75 кг, другої групи – на 0,66 кг і четвертої групи – на 0,72 кг.

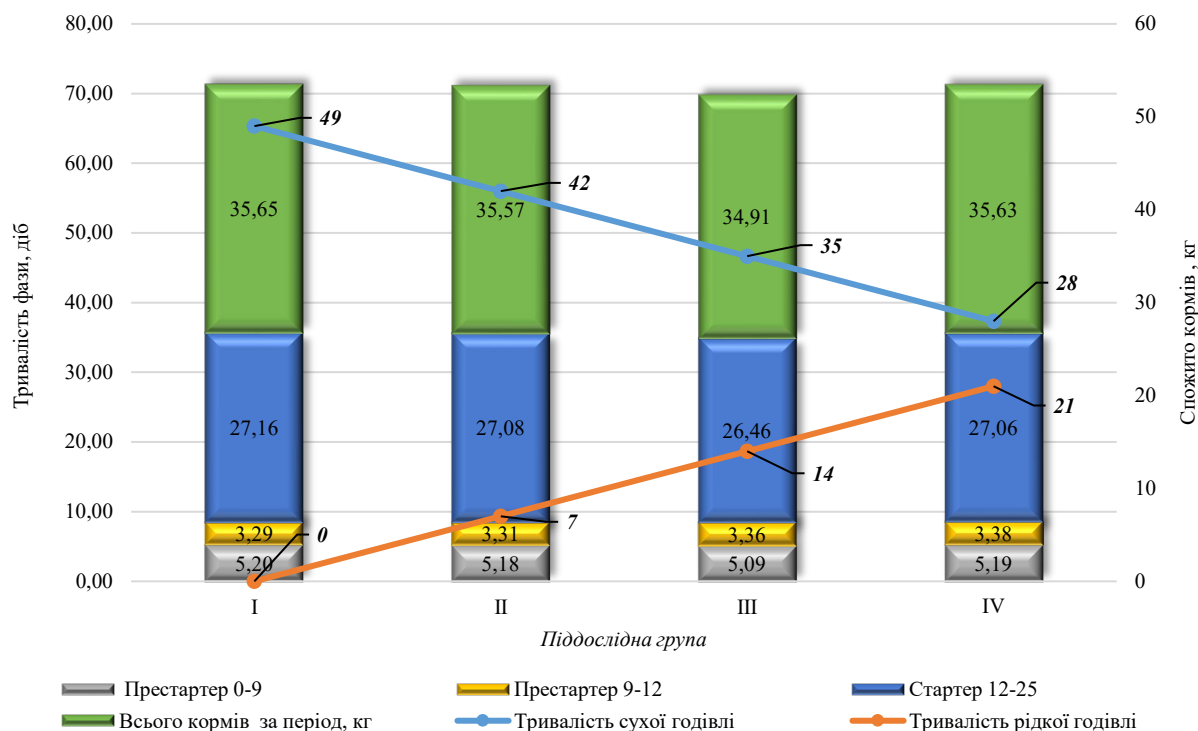


Рис. 5. Вплив тривалості фаз та способів годівлі на споживання кормів різних рецептур

Значних розбіжностей між групами піддослідних тварин також не було встановлено за асортиментом комбікормів, що використовувалися під час дорощування. Як видно з наведеного графіка, найбільш дорогого першого престартерного корму поросятами всіх груп було використано від 5,09 до 5,20 кілограма в розрахунку на одну голову. За цим показником, як і за загальною кількістю використаних кормів, значної різниці між тваринами першої, другої та четвертої груп не встановлено. Тоді як тварини третьої групи спожили цього корму на 0,11 кг менше порівняно з першою, на 0,09 кг порівняно з другою і на 0,10 кг порівняно з четвертою групами.

За використання дещо дешевшого другого престартерного корму також не було значущих розбіжностей. Тваринами всіх піддослідних груп його було використано від 3,29 до 3,38 кг в розрахунку на одну голову. Найвищим цей показник був у тварин четвертої дослідної групи, а найнижчим – у тварин контрольної групи. Всього тваринами піддослідних груп було згодовано від 8,45 до 8,57 кг престартерних кормів. Найвищим цей показник був у тварин

четвертої групи, а найнижчим – у тварин третьої групи.

Після досягнення піддослідними тваринами маси 12 кг їх переводили на суттєво дешевший стартерний комбікорм. Згодовування цього корму припадало як на фазу сухої, так і рідкої годівлі. Як впливає з наведеного графіка, найбільше цього корму спожили тварини контрольної групи – 27,16 кілограма, у яких весь період його згодовування припав на суху годівлю. Найменше цього корму спожили тварини третьої дослідної групи, яких перевели на другу фазу з рідкою годівлею у віці 35 діб.

Різне споживання неоднакового за своєю ціною корму спричинило різну кормову собівартість дорощування однієї тварини. Як видно з *таблиці 4*, найвищою вона виявилася у тварин першої групи, а найнижчою – у тварин третьої групи, де вартість спожитих кормів виявилася на 13,65 грн меншою порівняно з першою групою, на 11,96 грн порівняно з другою групою і на 13,58 грн порівняно з аналогами четвертої групи.

Таблиця 4

Кормова собівартість та її складові

Показник	Група піддослідних тварин			
	I	II	III	IV
Вартість комбікормів на одну голову без ПДВ, грн:				
престартера 0–9	186,47	185,75	182,53	186,11
престартера 9–12	71,39	71,83	72,91	73,35
стартеру 12–25	429,74	428,34	418,52	428,08
кормів всіх рецептур	687,61	685,93	673,96	687,54
Середня вартість 1 кг корму на дорошуванні, грн	19,29	19,29	19,31	19,30
Кормова собівартість 1 кг приросту, грн	30,09	30,53	30,34	30,54

Цей факт в основному спричинений різною вартістю спожитих стартерних кормів, яких тварини третьої групи спожили на 11,22 кг менше, ніж аналоги першої групи, на 9,82 кг ніж другої групи, і на 9,56 кілограма, ніж четвертої групи. А також вартістю першого престартерного корму, яка у тварин третьої дослідної групи виявилася на 3,94 грн меншою порівняно з ровесниками першої групи, на 3,23 грн меншою порівняно з другою групою і на 3,59 грн меншою порівняно з четвертою групою.

Різна ціна та неоднакова кількість спожитих кормів різних рецептур формує середню ціну комбікорму під час дорошування тварин. Як видно з даних, наведених у [таблиці 4](#), середня ціна комбікорму під час дорошування у всіх групах була практично однаковою.

Водночас, з огляду на різну інтенсивність росту поросят піддослідних груп під час дорошування, неоднаковою виявилась у них кормова собівартість 1 кг приросту. Найнижчою вона була у тварин першої групи і склала 30,09 грн, що на 0,43 грн менше порівняно з аналогами другої групи, на 0,25 грн менше з тваринами третьої групи та на 0,45 грн менше з ровесниками четвертої групи.

Економічна ефективність є наріжним каменем успішного свинарства, особливо в умовах якого складного етапу як дорошування, де кожен етап має суттєвий вплив на кінцевий фінансовий результат. Як видно з графіка зображеного на [рисунку 6](#), вартість поросяти при постановці на дорошування демонструє відносно незначні коливання між групами, що обумовлено незначною різницею в масі поросят на початку досліду.

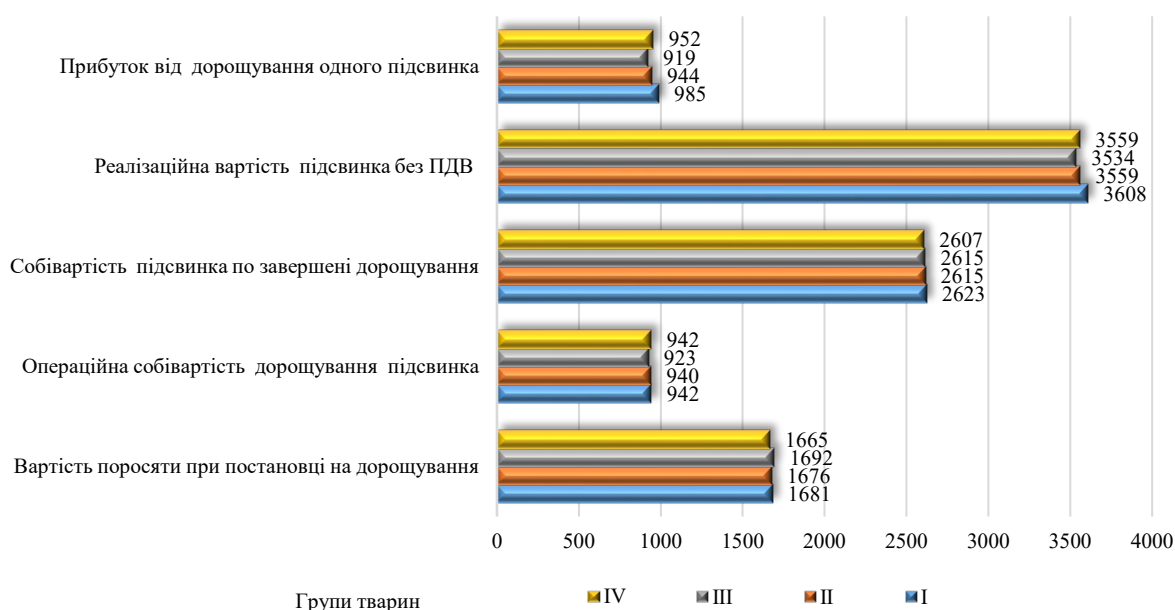


Рис. 6. Економічна ефективність фазного дорошування одного підсвинка, грн

Корми складають основну частину собівартості продукції тому операційна собівартість дорошування однієї голови була найвищою по першій групі поросят. Це пояснюється тим, що дана група споживала найбільший обсяг найдорожчого престартеру 0–9 що призвело до того, що собівартість одного підсвинка по завершенні дорошування була найвищою також у цій групі. Близькою до них виявилось операційна собівартість тварин четвертої групи. Тоді як найнижчою собівартістю відрізнялись тварини третьої групи, які мали цей показник на 18,60 грн нижче ніж аналоги першої групи і на

16,39 грн ніж тварини другої групи. Водночас найнижчою собівартістю одного підсвинка по завершенню дорошування виявилось у першій групі тварин, які були переведені на другу фазу дорошування з рідкою годівлею на 28 добу дорошування і споживали рідкі корми 21 добу. Цей показник у них виявивши на 8,30 грн нижче ніж у тварин третьої групи, на 8,55 грн ніж у ровесників другої групи і на 16,23 грн порівняно з аналогами контрольної групи. Однак, за рахунок того, що поросята цієї групи, в якій були відсутні перегрупування, за рахунок більшої маси та однакової ринкової ціни її одиниці були

реалізовані за найвищою вартістю, яка виявилось у них на 74,40 грн вищою ніж аналогів третьої групи і на 49,60 грн порівняно з тваринами другої та четвертої груп де було переведення на рідку годівлю на 35, 48 та 24 добу дорощування. Це спричинило найвищу суму прибутку 985,47 грн в середньому на голову у тварин першої групи які за прибутковістю переважали на 33,37 грн аналогів четвертої на 41,92 грн ровесників першої та на 66,46 грн тварин третьої групи.

Рівень рентабельності дорощування одного підсвинка також був найвищий у першій групі і становив 37,57 %, що на 1,05 % вище, ніж у тварин четвертої групи, на 1,49 % порівняно з аналогами другої групи і на 2,43 % в порівнянні з ровесниками третьої групи.

Оцінка ефективності приросту живої маси виявила що найкращу собівартість одного кілограма 41,22 грн/кг у тварин за першої групи за стабільної впродовж дорощування системи годівлі, за рахунок більш високої конверсії корму. Інші групи мають дещо вищі ці показники від 41,57 грн/кг у тварин третьої групи до 41,84 грн/кг у їх ровесників четвертої групи.

Таким чином у першій групі за відсутності перевезення тварин та зміни способу годівлі було отримано найвищу середню масу однієї голови по закінченню дорощування – 29,1 кг, найбільший абсолютний приріст однієї голови за весь період дорощування – 22,85 кг, найвищий показник збереженості поросят 98,93 %, найбільший середньодобовий приріст 466 г. Одночасно в першій групі поросят середньодобове споживання не перевищувало споживання кормів по інших групах, а конверсія корму та вартість кормі на 1 кг приросту були найменшими порівняно з іншими групами. Вона є найбільш успішною з точки зору загального прибутку та рентабельності на одну голову, завдяки високій реалізаційній вартості та ефективності використання кормів.

Водночас, тварини третьої та четвертої групи де частка часу з використанням рідкої годівлі складала 29 та 43 % від усього періоду дорощування демонструє підвищену ефективність у виробництві одиниці приросту живої маси, що відображається у найнижчій операційній собівартості дорощування та найвищій рентабельності отримання 1 кг живої маси.

Наші висновки, стосовно того, що за однофазного дорощування поросят без переміщення тварин та зміни способу годівлі демонстрували кращу збереженість поросят, вищу інтенсивність їх росту, порівняно з двофазним способом, співзвучні з повідомленнями науковців з різних країн світу які також спостерігали погіршення продуктивності поросят під час їхнього перегрупування в умовах дорощування [28, 58, 59]. Водночас вони суперечать повідомлення Povod et al., 2023, Leliveld, et al., 2013, які встановили підвищення продуктивності поросят на дорощувани при переведенні їх сухої на рідку годівлю [53, 61].

Водночас в наших дослідженнях не знайшла підтвердження інформації Amass et al., 2003 та Laber et al., 2002 стосовно підвищення захворюваності у тварин

при переведенні їх з одної фази на іншу [27, 47]. Вважаємо що дослідження багатofазного способу дорощування поросят потрібно продовжити з метою виявлення його ефективності порівняно з однофазним.

Висновки

Встановлено, що за однофазного дорощування поросят без переміщення тварин та зміни способу годівлі кращу збереженість поросят, вищу інтенсивність їх росту, найбільший абсолютний приріст і як результат найвищу середню масу однієї голови по завершенню дорощування порівняно з двофазним способом з різною тривалістю фаз сухої та рідкої годівлі, що свідчить про те, що стрес від перегрупування та адаптації до нового типу годівлі негативно впливає на продуктивність тварин.

Доведено незначне зростання собівартості дорощування однієї голови (на 0,3–0,6 %) за однофазного дорощування, але за рахунок підвищення живої маси тварин по завершенні дорощування встановлено зростання реалізаційної ціни на 1,4–2,1 % що, поряд з покращенням конверсії корму посприяло підвищенню прибутковості на 3,4–6,7 % та покращення рентабельності дорощування на 1,05–2,43 % порівняно з двофазною системою.

Встановлено, що тривалість періоду та тип годівлі впливали на відносні прирости в окремих фазах, вплив цих змін на загальні відносні прирости за весь період дорощування був незначним (0,2–1,6 %). Це підкреслює, що середньодобові прирости загалом більше залежали від факту переміщення тварин, а не від самих змін у тривалості фаз чи певних коливань у початковій масі.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Vdovychenko, Yu., Nechmilov, V., & Povod, M. (2018). Piglets productivity for dry, wet and liquid type of feeding on growing. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 106–109. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.15>
2. Derhun, R. (2020). Aktsent na hovidli. Ahrotaims. *Tvarynnystvo*. Retrieved from: <https://agrotimes.ua/article/pravylna-organizaciya-racziynu-svynei> [in Ukrainian]
3. Ibatulina, I. I., & Provatorova, H. V. (Red.). (2003). *Hovidlia silskohospodarskykh tvaryn*. Vinnytsia: Nova knyha [in Ukrainian]
4. Erikson, D. (2015). Amerykanska tekhnolohiia utrymannia svynei (vid vidluchennia do zaboju). *Prybtkove Svyntarstvo*, 3 (27), 64–67. [in Ukrainian]
5. Zhyzhka, S. V. (2020). Optymizatsiia tekhniko-tekhnolohichnykh umov utrymannia svynei irlandskoi selektsii v umovakh promyslovoi tekhnolohii. *Extended abstract of candidate's thesis*. Sumskyi natsionalnyi ahraryi universytet, Sumy [in Ukrainian]
6. Pro zakhyt tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia : Zakon Ukrainy. Dokument 3447-IV. Redaktsiia vid 15.11.2024. *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> [in Ukrainian]
7. Pro veterynamu medytsynu : Zakon Ukrainy. Dokument 2498-XII. Redaktsiia vid 12.09.2025. *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2498-12#Text> [in Ukrainian]

8. Kuzmenko, M. V. (2012). Efektyvnist vidhodivli molodniaku svynei za riznoi pochatkovoi masy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 12, 77–78. [in Ukrainian]
9. Ladyka, V. I., Khmelnychyi, L. M., Povod, M. H., Bordunova, O. H., Opara, V. O., Pavlenko, Yu. M., Bula, L. V., Lykhach, V. Ya., Lykhach, A. V., Verbelchuk, T. V., Izhboldina, O. O., Smyslov, S. Yu., & Samokhina, Ye. A. (2023). *Tekhnolohiia vyrobnytstva ta pererobky produktii tvarynnystva: pidruchnyk*. Odesa: Oldi+ [in Ukrainian]
10. Lykhach, V. (2015). Tekhnolohichni osoblyvosti vykorystannia porosiat. *Tvarynnystvo Ukrainy*, 6, 11–13. [in Ukrainian]
11. Maistruk, S. (2005). Tekhnolohiia vykorystannia porosiat do chotyrokhmisiachnoho viku. *Tvarynnystvo Ukrainy*, 9, 9–11. [in Ukrainian]
12. Moisei, I. S., Povod, M. G., Mykhalko, O. G., Gutty, B. V., Verbelchuk, T. V., Verbelchuk, S. P., Koberniuk, V. V., & Kovalchuk, T. I. (2024). Effectiveness of the liquid method of feeding suckling piglets. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26 (100), 16–26. <https://doi.org/10.32718/nvivet-a10003>
13. Pro zatverdzhennia Vymoh do blahopoluchchia silskohospodarskykh tvaryn pid chas yikh utrymannia : Nakaz Ministerstva rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva Ukrainy vid 08.02.2021 № 224. *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0206-21#Text> [in Ukrainian]
14. Nechmilov, V. M. (2019). Optyimizatsiia tekhnolohichnykh pryimov doroshchuvannia hibrydnogo molodniaku svynei irlandskoi seleksii v umovakh promyslovoi tekhnolohii. *Extended abstract of candidate's thesis*. Mykolaivskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet, Mykolaiv [in Ukrainian]
15. Nechmilov, V. M., & Povod, M. H. (2018). Vidhodivelna produktyvnist svynei za riznykh terminiv doroshchuvannia ta vykorystannia sukhoho i ridkoho typiv hodivli. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Serii «Tvarynnystvo»*, 7 (35), 122–134. [in Ukrainian]
16. Opara, V. O., Popsui, V. V., Korzh, O. V., & Romanchenko, M. Y. (2022). Efficiency of growing pigs used in compound feed zinc oxide and amoxycilin. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 4 (47), 108–113. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.18>
17. Povod, M., Bondarska, O., Lykhach, V., Zhyzhka, S., & Nechmilov, V. (2021). *Tekhnolohiia vyrobnytstva produktii svynarstva: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: Naukovo-metodychnyi tsentr VFPO [in Ukrainian]
18. Povod, M. H., Izhboldina, O. O., Nechmilov, V. M., Mykhalko, O. H., & Zhyzhka, S. V. (2018). Sezonna produktyvnist hibrydnogo molodniaku svynei za riznykh typiv hodivli. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Serii : Tvarynnystvo*, 2 (34), 194–200. [in Ukrainian]
19. Povod, M. H., & Shpetnyi, M. B. (2016). Sezonna produktyvnist porosiat na doroshchuvanni u stankakh za riznoho rozmiru hrup ta typu pidlohy. *Naukovo-Tekhnichni Biuletyn IT NAAN*, 116, 126–134. [in Ukrainian]
20. Povod, M. H., & Shpetnyi, M. B. (2016). Produktyvnist molodniaku svynei na doroshchuvanni za riznykh umov utrymannia. *Naukovo-Tekhnichni Biuletyn NDT Biobezpeky ta Ekolohichnoho Kontroliu Resursiv APK*, 4 (4), 45–49. [in Ukrainian]
21. Provatorov, H. V., & Provatorova, V. O. (2004). *Hodivlia silskohospodarskykh tvaryn*. Sumy: Universytetska knyha [in Ukrainian]
22. Susol, R. L. (2014). Produktyvni yakosti svynei suchasnykh henotypiv zarubiznoi seleksii za riznykh etodiv rozvedennia. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 2 (2), 92–98. [in Ukrainian]
23. Khalimov, S. M. (2013). Vykorystannia miasnykh henotypiv pry chystoprodnomu rozvedenni ta skhreshchuvanni v umovakh SKhPP «Tekhmet-Yuh» Mykolaivskoi oblasti. *Zbirnyk Naukovykh Prats Podilskoho DATU*, 21, 60–61. [in Ukrainian]
24. Khrankova, O. M. (2020). Hospodarsko – biolohichni osoblyvosti, adaptatsiini vlastyvoli svynei irlandskoho pokhodzhennia ta yikh vykorystannia za riznykh metodiv rozvedennia. *Extended abstract of candidate's thesis*. Dnipro [in Ukrainian]
25. Cherniiev, V. (2019). *Tvarynnystvo. Hodivlia nasukho*. *Alternatyva*. Retrieved from: <https://alt-ua.com/blog/tvarinnictvo-godivlya-nasukho> [in Ukrainian]
26. Shpetnyi, M. B., & Povod, M. H. (2018). Intensyvniost rostu, vidhodivelni ta zabiini yakosti svynei vyroshchennykh v stankakh za riznykh konstruktivnykh osoblyvosti pidlohy. *Naukovo-Informatsiyni Visnyk Khersonskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, 11, 132–139. [in Ukrainian]
27. Amass, S. F., Pacheco, J. M., Mason, P. W., Schneider, J. L., Alvarez, R. M., Clark, L. K., & Ragland, D. (2003). Procedures for preventing the transmission of foot-and-mouth disease virus to pigs and sheep by personnel in contact with infected pigs. *Veterinary Record*, 153 (5), 137–140. <https://doi.org/10.1136/vr.153.5.137>
28. Passafaro, T. L., Fernandes, A. F. A., Valente, B. D., Williams, N. H., & Rosa, G. J. M. (2020). Network analysis of swine movements in a multi-site pig production system in Iowa, USA. *Preventive Veterinary Medicine*, 174, 104856. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104856>
29. Colson, V., Orgeur, P., Foury, A., & Mormède, P. (2006). Consequences of weaning piglets at 21 and 28 days on growth, behaviour and hormonal responses. *Applied Animal Behaviour Science*, 98 (1–2), 70–88. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.08.014>
30. Blavi, L., Solà-Oriol, D., Llonch, P., López-Vergé, S., Martín-Orúe, S. M., & Pérez, J. F. (2021). Management and feeding strategies in early life to increase piglet performance and welfare around weaning: A review. *Animals*, 11 (2), 302. <https://doi.org/10.3390/ani11020302>
31. Valros, A., Sali, V., Hälli, O., Saari, S., & Heinonen, M. (2021). Does weight matter? Exploring links between birth weight, growth and pig-directed manipulative behaviour in growing-finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 245, 105506. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105506>
32. Bublyk, O. (2024). Zmina hodivli svynei iz sukhoi na ridku zaoshchadzhue do 12% kormiv. *AgroTimes*. Retrieved from: <https://agrotimes.ua/tvarinnictvo/zmina-godivli-svinei-iz-suhoyi-na-ridku-zaoshchadzhue-do-12-kormiv/> [in Ukrainian]
33. Chernenko, O. M., Chernenko, O. I., Mylostyvyi, R. V., Khmeleva, O. V., Garashchenko, V. Ye., Bordunova, O. G., & Dutka, V. R. (2022). The results of fattening hybrid pigs of Danish selection. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5 (1), 3–7. <https://doi.org/10.32718/ujvas5-1.01>
34. Tishchenko, O. S., Mykhalko, O. G., Myronenko, O. I., Kuzmenko, L. M., Panasova T. G., Zhelizniak, I. M., & Plechko, O. S. (2024). Growth, preservation and efficiency of pig fattening under constant and variable in the post-weaning period on rearing and fattening feeding systems. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 1, 111–121. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.1.14>
35. Choct, M., Selby, E. A. D., Cadogan, D. J., & Campbell, R. G. (2004). Effect of liquid to feed ratio, steeping time, and enzyme supplementation on the performance of weaner pigs. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55 (2), 247. <https://doi.org/10.1071/ar03106>
36. Farmer, C., & Edwards, S. A. (2022). Review: Improving the performance of neonatal piglets. *Animal*, 16, 100350. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100350>
37. Faccin, J. E. G., Laskoski, F., Hernig, L. F., Kummer, R., Lima, G. F. R., Orlando, U. A. D., Gonçalves, M. A. D., Mellagi, A. P. G., Ulguim, R. R., & Bortolozzo, F. P. (2020). Impact of increasing weaning age on pig performance and belly nosing prevalence in a commercial multisite production system. *Journal of Animal Science*, 98 (4). <https://doi.org/10.1093/jas/skaa031>
38. Ming, D., Wang, W., Huang, C., Wang, Z., Shi, C., Ding, J., Liu, H., & Wang, F. (2021). Effects of weaning age at 21 and 28 days on growth performance, intestinal morphology and redox status in piglets. *Animals*, 11 (8), 2169. <https://doi.org/10.3390/ani11082169>
39. Gonyou, H. W., & Lou, Z. (2000). Effects of eating space and availability of water in feeders on productivity and eating behavior of grower/finisher pigs. *Journal of Animal Science*, 78 (4), 865. <https://doi.org/10.2527/2000.784865x>
40. Holman, D. B., Gzyl, K. E., Mou, K. T., & Allen, H. K. (2021). Weaning age and its effect on the development of the swine gut microbiome and resistome. *MSystems*, 6 (6). <https://doi.org/10.1128/msystems.00682-21>

41. Hurst, D., Clarke, L., & Lean, I. J. (2008). Effect of liquid feeding at different water-to-feed ratios on the growth performance of growing-finishing pigs. *Animal*, 2 (9), 1297–1302. <https://doi.org/10.1017/s175173110800253x>
42. Jarvis, S., Moinard, C., Robson, S. K., Sumner, B. E. H., Douglas, A. J., Seckl, J. R., Russell, J. A., & Lawrence, A. B. (2008). Effects of weaning age on the behavioural and neuroendocrine development of piglets. *Applied Animal Behaviour Science*, 110 (1–2), 166–181. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.018>
43. Jo, Y. Y., Choi, M. J., Chung, W. L., Hong, J. S., Lim, J. S., & Kim, Y. Y. (2021). Effects of feed form and particle size on growth performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, and gastric health in growing-finishing pigs. *Animal Bioscience*, 34 (6), 1061–1069. <https://doi.org/10.5713/ab.20.0777>
44. Lallès, J.-P., Bosi, P., Smidt, H., & Stokes, C. R. (2007). Nutritional management of gut health in pigs around weaning. *Proceedings of the Nutrition Society*, 66 (2), 260–268. <https://doi.org/10.1017/s0029665107005484>
45. Koketsu, Y., Tani, S., & Iida, R. (2017). Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management*, 3 (1). <https://doi.org/10.1186/s40813-016-0049-7>
46. Koketsu, Y., Dial, G. D., Pettigrew, J. E., & King, V. L. (1996). Feed intake pattern during lactation and subsequent reproductive performance of sows. *Journal of Animal Science*, 74 (12), 2875. <https://doi.org/10.2527/1996.74122875x>
47. Laber, K. E., Whary, M. T., Bingel, S. A., Goodrich, J. A., Smith, A. C., & Swindle, M. M. (2002). Biology and diseases of swine. *Laboratory Animal Medicine*, 615–673. <https://doi.org/10.1016/b978-01263951-7/50018-1>
48. Lykhach, V. Ya., Povod, M. H., Shpetnyi, M. B., Nechmilov, V. M., Lykhach, A. V., Mykhalko, O. H., Barkar, Ye. V., Lenkov, L. H. & Kucher, O. O. (2023). *Optymizatsiia tekhnolohichnykh rishen utrymannia i hodivli svynei v umovakh promyslovoi tekhnolohii: monohrafiia*. Mykolaiv: Iliion [in Ukrainian]
49. McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2011). *Animal nutrition*. 7th. London: Pearson.
50. Nyachoti, C. M., Zijlstra, R. T., de Lange, C. F. M., & Patience, J. F. (2004). Voluntary feed intake in growing-finishing pigs: A review of the main determining factors and potential approaches for accurate predictions. *Canadian Journal of Animal Science*, 84 (4), 549–566. <https://doi.org/10.4141/a04-001>
51. Paredes, S. P., Jansman, A. J. M., Verstegen, M. W. A., Awati, A., Buist, W., Den hartog, L. A., Van hees, H. M. J., Quiniou, N., Hendriks, W. H., & Gerrits, W. J. J. (2012). Analysis of factors to predict piglet body weight at the end of the nursery phase. *Journal of Animal Science*, 90 (9), 3243–3251. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4574>
52. Godýn, D., Herbut, P., Angrecka, S., & Corrêa Vieira, F. M. (2020). Use of different cooling methods in pig facilities to alleviate the effects of heat stress – A review. *Animals*, 10 (9), 1459. <https://doi.org/10.3390/ani10091459>
53. Povod, M. H., Mykhalko, O. H., Hutyi, B. V., Lumedze, T. S.-M., Lumedze, T. S.-M., Verbelchuk, T. V., & Moisei, I. S. (2023). Dependence on the growth and productivity of piglets during the success period and on the growing period on the administration of the iron-containing precautions fero vita 200 and uniferon 200. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 3, 40–49. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2023.3.6>
54. Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., de Basilio, V., Gourdiene, J. L., & Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6 (5), 707–728. <https://doi.org/10.1017/s1751731111002448>
55. Reese, D. E., Thaler, R. C., Brumm, M. C., Lewis, A. J., Mille, P. S., & Libal, G. W. (2000). *Swine nutrition guide*. Nebraska: University of Nebraska-Lincoln. Retrieved from: <https://animalscience.unl.edu/sites/unl.edu.ianr.casnr.animal-science/files/media/file/swinenutrition.pdf>
56. Schinckel, A. P., Einstein, M. E., Jungst, S., Booher, C., & Newman, S. (2010). Evaluation of the impact of pig birth weight on grow-finish performance, backfat depth, and loin depth. *The Professional Animal Scientist*, 26 (1), 51–69. [https://doi.org/10.15232/s1080-7446\(15\)30557-x](https://doi.org/10.15232/s1080-7446(15)30557-x)
57. Xiao, H.-B., Niu, X.-W., & Sun, Z.-L. (2012). Kaempferol reduces angiotensin-like protein 4 expression to improve carcass characteristics and meat quality traits in Holstein steers. *Livestock Science*, 145 (1–3), 219–222. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.02.006>
58. Stolyuk, V. (2021). Novi pidkhody v hodivli svynei. *APKUA.net. Ahropromyslovyi portal*. Retrieved from: https://apkua.net/articles/stockbreeding/godivlja_svynej.html [in Ukrainian]
59. Sutherland, M., Backus, B., & McGlone, J. (2014). Effects of transport at weaning on the behavior, physiology and performance of pigs. *Animals*, 4 (4), 657–669. <https://doi.org/10.3390/ani4040657>
60. Tishchenko, O., Luhovyi, S., Povod, M., Mykhalko, O., Verbelchuk, T., Verbelchuk, S. & Koberniuk, V. (2023). The efficiency of raising piglets under different systems of their feeding. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 23 (4), 841–855.
61. Leliveld, L. M. C., Riemensperger, A. V., Gardiner, G. E., O'Doherty, J. V., Lynch, P. B., & Lawlor, P. G. (2013). Effect of weaning age and postweaning feeding programme on the growth performance of pigs to 10 weeks of age. *Livestock Science*, 157 (1), 225–233. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.030>
62. Bernau, M., Meckel, H., Dölle, T., & Scholz, A. M. (2023). Evaluation of Foot and claw lesions and claw horn growth in piglets from birth to end of nursery. *Animals*, 13 (22), 3477. <https://doi.org/10.3390/ani13223477>
63. Valentim, J. K., Mendes, J. P., Caldara, F. R., Pietramale, R. T. R., & Garcia, R. G. (2021). Meta-analysis of relationship between weaning age and daily weight gain of piglets in the farrowing and nursery phases. *South African Journal of Animal Science*, 51 (3), 332–338. <https://doi.org/10.4314/sajas.v51i3.6>
64. Van Kerschaver, C., Turpin, D., Michiels, J., & Pluske, J. (2023). Reducing weaning stress in piglets by pre-weaning socialization and gradual separation from the sow: A review. *Animals*, 13 (10), 1644. <https://doi.org/10.3390/ani13101644>
65. Boudry, G., Péron, V., Le Huërou-Luron, I., Lallès, J. P., & Sève, B. (2004). Weaning induces both transient and long-lasting modifications of absorptive, secretory, and barrier properties of piglet intestine. *The Journal of Nutrition*, 134 (9), 2256–2262. <https://doi.org/10.1093/jn/134.9.2256>
66. Wolter, B. F., Ellis, M., Curtis, S. E., Parr, E. N., & Webel, D. M. (2002). Effects of feeder-trough space and variation in body weight within a pen of pigs on performance in a wean-to-finish production system. *Journal of Animal Science*, 80 (9), 2241. <https://doi.org/10.2527/2002.8092241x>
67. Zoric, M., Johansson, S.-E., & Wallgren, P. (2015). Behaviour of fattening pigs fed with liquid feed and dry feed. *Porcine Health Management*, 1 (1). <https://doi.org/10.1186/s40813-015-0009-7>

ORCID

G. Mezhenksy		https://orcid.org/0009-0005-7039-8290
S. Usenko		https://orcid.org/0000-0001-9263-5625
L. Kuzmenko		https://orcid.org/0000-0002-1776-0714
Yu. Lunyk		https://orcid.org/0000-0001-5893-5923
B. Shaferivskiy		https://orcid.org/0000-0001-5742-5016
M. Ilchenko		https://orcid.org/0000-0003-0163-1384
A. Babko		https://orcid.org/0009-0001-5372-0656
Yu. Shchotkevych		https://orcid.org/0009-0002-3927-0166



2025 by the author(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.

The role of goat farming in ensuring food security in the context of climate change

P. Vashchenko✉ | V. Slynyko | B. Shaferivskiy | O. Myronenko | O. Fesenko

Article info

Correspondence Author

P. Vashchenko

E-mail:

pavlo.vashchenko@pdaa.edu.ua

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

Citation: Vashchenko, P., Slynyko, V., Shaferivskiy, B., Myronenko, O., & Fesenko, O. (2025). The role of goat farming in ensuring food security in the context of climate change. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 140–145. doi: 10.31210/spi2025.28.03.22

The purpose of the review was to analyze the current state and prospects of goat farming development in Ukraine, particularly in the Poltava region, taking into account the biological characteristics of goats, economic factors, and the social significance of the industry, as well as to identify promising research directions. The article explores the role of goat farming in ensuring food security amid climate change, with emphasis on the nutritional and therapeutic properties of goat milk and the socio-economic prospects of the sector in Ukraine. While dairy farming remains a leading branch of livestock production, rising temperatures and heat stress reduce cattle productivity. Goats, however, are more adaptable to diverse climates and can utilize forage unsuitable for cattle, making them a promising alternative under global warming. Goat milk is highly digestible, hypoallergenic, and rich in proteins, minerals, vitamins, and bioactive compounds. It contains a higher proportion of medium-chain fatty acids, bioavailable minerals, and human-like oligosaccharides that support gut health, mineral absorption, and immune function. These properties highlight its value for infants, allergy sufferers, and functional food production, while also underscoring its potential as a nutraceutical resource. In Ukraine, goat milk products remain underrepresented in the market, yet the sector offers strong economic and social benefits. Although production costs exceed those of cattle, higher market prices and relatively low competition make goat farming attractive for small and medium-sized enterprises. Moreover, it supports rural development and employment, requiring lower capital investment and providing faster returns compared to dairy cattle. Globally, goat milk represents around 2 % of total production, with India and Mediterranean countries as leading producers. In Ukraine, the goat population is modest and declining, though it includes high-yielding breeds such as Saanen, Alpine, Toggenburg, and Anglo-Nubian, often crossbred with local stock. Enhancing productivity through improved feeding, breeding, and climate adaptation is critical to offsetting herd reductions. The study concludes that goat farming can become a strategically important direction for Ukraine, combining biological advantages, economic viability, and social significance. Expanding processing capacity, diversifying dairy products, and raising consumer awareness of goat milk's health benefits are key to strengthening demand. Given their resilience to heat stress, goats are expected to play an increasingly important role in sustainable agriculture, with regions like Poltava region offering considerable potential for sectoral growth.

Keywords: goats, adaptation, milk, physicochemical parameters, Saanen breed, Alpine breed, Anglo-Nubian breed.

Роль козівництва у забезпеченні продовольчої безпеки в умовах кліматичних змін

П. А. Ващенко | В. Г. Слинько | Б. С. Шаферівський | О. І. Мироненко | О. Г. Фесенко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Метою огляду було проаналізувати сучасний стан і перспективи розвитку козівництва в Україні та, зокрема, у Полтавській області, з урахуванням біологічних особливостей кіз, економічних чинників, соціальної значущості галузі та визначити перспективні напрями досліджень у цій сфері. У статті висвітлено роль козівництва у забезпеченні продовольчої безпеки в умовах зміни клімату, з акцентом на харчові й лікувальні властивості козячого молока та соціально-економічні переваги галузі. Підвищення температури та тепловий стрес знижують продуктивність великої рогатої худоби, тоді як кози є більш адаптивними до різних умов і можуть використовувати корми, непридатні для ВРХ, що робить їх перспективною альтернативою при глобальному потеплінні. Козяче молоко легко засвоюється, є гіпоалергенним, багатим на білки, мінерали, вітаміни та біологічно активні сполуки. Завдяки високому вмісту середньоланцюгових жирних кислот, біодоступних мінералів та олігосахаридів воно сприяє здоров'ю кишківника і розвитку імунної системи. В Україні продукти з козячого молока досі мало представлені, однак галузь має значний економічний і соціальний потенціал. Попри вищу собівартість, ціни реалізації та низька конкуренція роблять козівництво привабливим для малих і середніх господарств. Воно також сприяє розвитку сільських територій, створенню робочих місць і потребує менших інвестицій із швидшою окупністю. У світовому масштабі козяче молоко становить близько 2 % виробництва, головними виробниками є Індія та країни Середземномор'я. В Україні поголів'я кіз є відносно невеликим і скорочується, проте включає високопродуктивні породи, як-от зааненська, альпійська, тоггенбурзька та англо-нубійська. Підвищення продуктивності через вдосконалення годівлі, селекції та адаптації до кліматичних змін є ключовим для розвитку галузі. Отже, козівництво може стати важливим напрямом для України, поєднуючи біологічні переваги, економічну ефективність і соціальну значущість. Розвиток переробки та підвищення обізнаності споживачів про користь козячого молока є основними умовами зростання попиту. Завдяки стійкості до теплового стресу кози здатні відігравати дедалі важливішу роль у сталому сільському господарстві, а Полтавщина має вагомий потенціал для цього розвитку.

Ключові слова: кози, адаптація, молоко, фізико-хімічні показники, зааненська порода, альпійська порода, англо-нубійська порода.

Бібліографічний опис для цитування: Ващенко П. А., Слинько В. Г., Шаферівський Б. С., Мироненко О. І., Фесенко О. Г. Роль козівництва у забезпеченні продовольчої безпеки в умовах кліматичних змін. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 140–145.

Молочна галузь займає провідне місце серед інших напрямів тваринництва [1–3], а молоко є одним із важливих елементів повноцінного харчування людини [4, 5]. На думку багатьох дослідників, молоко є важливим джерелом комплексу білків, ферментів і пептидів різноманітної біологічної активності. Проте, у зв'язку із кліматичними змінами все більшої актуальності набуває проблема виробництва продукції тваринництва, у тому числі і молока, за умови більш високої температури повітря оточуючого середовища, наслідком якої є тепловий стрес та знижена відтворювальна та продуктивна здатність молочної худоби [6–9].

Галузь козівництва більш поширена в країнах тропічного поясу, що пов'язано із високою порівняно із коровами адаптаційною здатністю кіз до різноманітних кліматичних умов [7, 8, 10]. Крім того, кози можуть споживати фураж і пасовищну рослинність не придатну в їжу для великої рогатої худоби [10]. Козяче молоко набуло важливого значення для людей, особливо для немовлят, як альтернатива молоку великої рогатої худоби [11–14]. Козяче молоко містить велику кількість різних макро- і мікроелементів. Порівняно з іншими видами молока, козяче молоко є гіпоалергенним [15, 16]. Проте, на ринку України представлений досить обмежений вибір продуктів на основі козячого молока. Також і споживання безпосередньо козячого молока порівняно із коров'ячим в Україні значно менше. Однією із причин цього є недостатня обізнаність населення із цінним харчовим складом козиного молока та його численні переваги для здоров'я [17–19].

У дослідженнях науковців [11, 20] було доведено, що білкова фракція казеїну в козячому молоці є потужним антиоксидантним компонентом і може використовуватися як нутрицевтик.

У аспекті поживності козяче молоко помітно відрізняється від молока інших молочних тварин. Порівняно із коров'ячим молоком, козяче краще засвоюється, покращує травлення та функцію шлунково-кишкового тракту й структуру популяції мікробіома кишківника, сприяє кращому поглинанню мінералів і має специфічні терапевтичні властивості, що створює умови для його успішного використання в харчуванні людини та в медицині. Козяче молоко рекомендують для осіб з алергією на коров'яче молоко [11, 12].

В Україні на думку науковців і практиків козівництва, дана галузь хоча і має вищу собівартість виробництва молока порівняно із скотарством у 2,5 рази, проте ціна реалізації козячого молока вища в 3–5 рази, що поряд із відносно низькою конкуренцією, створює сприятливі умови для розвитку галузі як у малих так і промислових підприємствах. Також, козівництво в Україні має соціальне значення, оскільки сприяють розвитку села та забезпечують зайнятість сільського населення, це пов'язано із відносно меншими капітальними витратами та швидший окупності інвестицій, порівняно з молочним скотарством [21].

Розвиток козівництва в Україні та, зокрема, у Полтавській області може стати перспективним напрямом аграрного виробництва, який поєднує

економічні, соціальні та оздоровчі аспекти завдяки високій харчовій цінності козячого молока та відносно сприятливим умовам для його виробництва.

Продуктивність кіз та обсяги виробництва козячого молока у світі.

Козяче молоко становить близько 2 % світового виробництва молока, проте реальний рівень його споживання є вищим, оскільки не враховуються обсяги індивідуального виробництва у країнах, що розвиваються. Найбільшими виробниками козячого молока є Індія та країни Середземномор'я, а серед європейських держав – Греція, Іспанія, Франція та Італія [22, 23].

В Україні за даними Єдиного Державного Реєстра [24] станом на 01 серпня 2025 року наявне поголів'я проідентифікованих та зареєстрованих овець і кіз складає 519,8 тис. голів, що майже в 3 рази менше порівняно із поголів'ям ВРХ, проте ця кількість у два рази перевищує поголів'я свиней. Також, за даними державної служби статистики, на кінець 2021 року, в Україні налічувалось 487,2 тис. кіз, у тому числі 376,2 козематок [25]. В подальші роки статистичний збірник не публікувався, тому достовірно визначити поголів'я саме кіз, не враховуючи овець, наразі не має можливості, але з урахуванням пропорції овець до кіз у минулі роки, є очевидним, що поголів'я кіз суттєво зменшилось за останні 3 роки. Тому, в умовах скорочення поголів'я все більшого значення набуває питання підвищення продуктивності тварин, що в якісь мірі могло би компенсувати зниження виробництва козиного молока.

В Україні переважно розводять кіз молочного і комбінованого напрямів продуктивності. Серед порід, які найбільше цінуються за молочну продуктивність, фермери віддають перевагу зааненській, альпійській, тоггенбурзькій та англо-нубійській породам, а також їхнім помісним формам з місцевими козами [26–28].

Зааненська коза (*рис. 1* та *3*), яка є однією з найпоширеніших у світі, відзначається великими розмірами, спокійним характером і високими надоєм. Це породжує значний потенціал у виробництві молока – близько 3–4 % жирності, і тривалий період лактації [26, 28, 29, 30].

Тоггенбурзька порода (*рис. 1*) – одна з найстаріших і надзвичайно продуктивних молочних порід. Вона поширена у понад 50 країнах світу, характеризується стабільністю продуктивності та пристосованістю до різноманітних умов утримання [28–30].

Альпійська порода (*рис. 2*) походить з Французьких та Швейцарських Альп, відзначається високою молочною продуктивністю, здатністю адаптуватися до різноманітних кліматичних умов та використання у промислових системах виробництва молока й молочних продуктів [27, 29].

Англо-нубійська коза (*рис. 3*) відома своїм характерним «римським» профілем, довгими вухами та універсальним призначенням: вона цінується як джерело жирного молока ($\approx 4,8$ % жирності), а також за швидке зростання козенят – універсальність породи робить її привабливою для фермерів [21, 28, 30].



Рис. 1. Кози зааненської (біла масть) та тогенбурзької (бура масть) порід
(авторське зображення)



Рис. 2. Козеня альпійської породи
(авторське зображення)

Таким чином, в Україні переважно використовують високопродуктивні молочні породи, а також їхні гібридні форми, що дозволяє поєднувати високий молочний потенціал із адаптацією до регіональних умов та місцевого клімату.

Крім, генетичного потенціалу породи, до факторів, що впливають на продуктивність кіз, належать корми та технологія годівлі, наявність стресових факторів, зміна клімату, методи розведення та технологія

утримання. Також на молочну продуктивність кіз впливає рівень здоров'я стада та система управління (якщо вести мову про відносно великі господарства). Варто відзначити, що дані фактори є аналогічними, тим що впливають на молочну продуктивність і великої рогатої худоби. Найбільш суттєвою відмінністю є те, що кози більш стійкі до теплового стресу порівняно із коровами, чим і пояснюється їх більша поширеність у країнах з більш теплим кліматом [31, 32]. На цій їх особливості ґрунтуються очікування, що кози будуть відігравати в подальшому більш суттєву роль у галузі тваринництва, враховуючи тенденції пов'язані із зміною клімату.



Рис. 3. Кози зааненської, альпійської та англо-нубійської порід
(авторське зображення)

Також, важливою передумовою для розвитку галузі козівництва є унікальні властивості та висока поживна цінність козячого молока. Не менш важливим для цього є поінформованість населення та формування культури споживання продукції з козиного молока. Адже від рівня обізнаності споживачів щодо користі козячого молока для здоров'я залежить попит на нього і, відповідно, економічна зацікавленість фермерів у розширенні виробництва.

Поживна та терапевтична цінність козячого молока в порівнянні з іншими видами молока.

Поживна цінність козячого молока зумовлена його високою засвоюваністю, значним вмістом білків, кальцію, фосфору та йоду. За хімічним складом воно подібне до коров'ячого, проте має вищу частку ненасичених жирних кислот, нижчу термостійкість та інші фізико-хімічні особливості. Середній хімічний склад козячого молока становить 3,3 % білка, 4,0 % жиру, 4,3 % лактози, 0,8 % мінеральних речовин та 12,6 % сухих речовин. Порівняно з коров'ячим, його склад є менш стабільним та значно варіює протягом лактаційного періоду. Найвищі показники білка, жиру та сухих речовин спостерігаються на початку лактації, тоді як вміст лактози поступово зростає після отелення й стабілізується надалі. Близько 70 % білків козячого молока становить казеїн, 25 % – сироваткові білки, а 5 % – мембранні білки жирових кульок [33, 34].

Важливою особливістю є нижчий рівень *asI*-казеїну та лактози порівняно з коров'ячим молоком, що зумовлює легшу засвоюваність і меншу алергенність. У складі сироваткових білків важливе значення мають β -лактоглобулін та α -лактальбумін, які виконують антиканцерогенні, імуномодулювальні та антиоксидантні функції. Козяче молоко має білий колір завдяки високій здатності кіз перетворювати бета-каротин на безбарвний вітамін А. Воно характеризується більшою в'язкістю та кислотністю, тоді як густина, показник заломлення, поверхневий натяг і температура замерзання подібні до показників коров'ячого молока. Завдяки меншим розмірам жирових кульок (2,7 мкм проти 3,5 мкм у коров'ячому молоці) козяче молоко не потребує гомогенізації, що знижує вартість переробки та забезпечує більш ніжну текстуру молочних продуктів [17, 33, 35].

Козяче молоко вирізняється інтенсивним смаком, що зумовлено високим вмістом коротколанцюгових жирних кислот (капронової, каприлової, капрінової) [33].

Козяче молоко також характеризується високим рівнем вільних амінокислот, зокрема таурину, концентрація якого у 20 разів перевищує показники коров'ячого молока. Таурин бере участь у стабілізації клітинних мембран, має антиоксидантні властивості, стимулює обмінні процеси [36].

Ще однією особливістю козячого молока є характер розподілу у ньому жирних кислот. Жир козячого молока містить більшу кількість (15–18 %) середньо-ланцюгових жирних кислот (МСФА) порівняно з коров'ячим молоком (5–9%). Оскільки МСФА легше вивільняються та всмоктуються у шлунково-кишковому тракті, цей унікальний склад може сприяти кращій засвоюваності жиру козячого молока порівняно з жиром коров'ячого молока [37, 38].

Є дані, які свідчать про сприяння травленню, когнітивному та імунному розвитку дітей, які отримували суміші створені на основі незбираного козячого молока. Дослідження вказують на роль козячого молочного жиру у здоров'ї травної системи та у взаємодії кишечника з мозком та з шкірою [37, 38].

Козяче молоко вирізняється вищим рівнем та більшою різноманітністю олігосахаридів порівняно з коров'ячим. У зрілому молоці їх концентрація становить у середньому 60–350 мг/л, а в молозиві сягає до 2,4 г/л, тоді як у коров'ячому молоці – лише 30–60 мг/л. Структурний склад олігосахаридів козячого молока частково подібний до людського, що зумовлює їхній потенціал у ролі пребіотиків, підтримці кишкового мікробіому та розробці дитячих сумішей. Завдяки цьому козяче молоко розглядається як цінна сировина для виробництва функціональних харчових продуктів [39].

Козяче молоко вирізняється не лише підвищеним вмістом окремих мінералів, але й вищим рівнем їх біодоступності, тобто кращим засвоєнням організмом у порівнянні з коров'ячим молоком. Це особливо стосується кальцію, фосфору, магнію та заліза, які відіграють ключову роль у формуванні кісткової тканини та кровотворенні. Серед вітамінів найбільш суттєвою перевагою козячого молока є високий рівень вітаміну А, що забезпечується завдяки

здатності кіз ефективно перетворювати β -каротин у його активну форму. Враховуючи глобальну проблему гіповітамінозу А, який щороку стає причиною мільйонів випадків серйозних порушень зору, козяче молоко може розглядатися як важливе джерело цього життєво необхідного мікронутрієнта у раціоні [40].

Висновки

Мета огляду полягала в аналізі сучасного стану та перспектив розвитку козівництва з урахуванням біологічних особливостей кіз, економічних чинників, соціальної значущості галузі та у визначенні перспективних напрямів дослідження у галузі.

Огляд літератури та статистичних даних засвідчив, що козівництво є перспективною галуззю тваринництва для України та Полтавської області зокрема. Козяче молоко відзначається високою поживною та терапевтичною цінністю, що робить його важливим елементом раціону людей із харчовою алергією та непереносимістю білків коров'ячого молока, а також цінною сировиною для виробництва дієтичних і функціональних продуктів харчування.

Розвиток галузі потребує не лише підвищення продуктивності тварин, але й удосконалення системи переробки та збуту молочної продукції, розширення асортименту сирів, йогуртів, десертів і спеціалізованих продуктів на основі козячого молока. Важливим чинником успіху є також підвищення поінформованості споживачів щодо користі козячого молока для здоров'я, формування культури його споживання та стимулювання внутрішнього попиту.

Державна підтримка у вигляді субсидування малих і середніх фермерських господарств, освітніх та дорадчих програм для сільського населення створюватиме додаткові стимули для розвитку козівництва. З огляду на адаптивність кіз до різних кліматичних умов, ця галузь може відігравати все вагомішу роль у структурі вітчизняного тваринництва в умовах кліматичних змін.

Таким чином, поєднання біологічних переваг кіз, економічної рентабельності виробництва, соціальної значущості та сприятливих ринкових тенденцій формує реальні передумови для стійкого розвитку козівництва в Україні, а Полтавська область може стати одним із регіональних центрів цього зростання.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Peterson, C. B., & Mitloehner, F. M. (2021). Sustainability of the dairy industry: Emissions and mitigation opportunities. *Frontiers in Animal Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.760310>
2. Uzhva, A. (2024). Analytical monitoring of milk production in Ukraine. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*, 9 (2), 236–239. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-2-40>
3. Neethirajan, S., & Kemp, B. (2021). Digital livestock farming. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 32, 100408. <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2021.100408>

4. 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. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.02.17>
5. Ratajczak, A. E., Zawada, A., Rychter, A. M., Dobrowolska, A., & Krela-Kaźmierczak, I. (2021). Milk and dairy products: Good or bad for human bone? Practical dietary recommendations for the prevention and management of osteoporosis. *Nutrients*, 13 (4), 1329. <https://doi.org/10.3390/nu13041329>
6. Cartwright, S. L., Schmied, J., Karrow, N., & Mallard, B. A. (2023). Impact of heat stress on dairy cattle and selection strategies for thermotolerance: a review. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1198697>
7. Zakharenko, M. O., Khotsenko, A. V., Vashchenko, P. A., Shostya, A. M., Polishchuk, A. A., Usenko, S. O., & Shaferivsky, B. S. (2021). Behavior of lactation cows at loose-box-type keeping in large groups under the influence of high air temperatures. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 183–187. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.23>
8. Zakharenko, M., Khotsenko, A., Vashchenko, P., Shostya, S., Slynko, V., Kuzmenko, L., & Shaferivsky, B. (2023). Influence of raised temperature in the barn on the behavior of milking cows. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (1), 55–58. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.09>
9. Vashchenko, P., & Berezovskyi, M. (2021). Influence of climatic factors on the reproductive ability of sows. *Pig Breeding the Interdepartmental Subject Scientific Digest*, 75–76, 31–40. <https://doi.org/10.37143/0371-4365-2021-75-76-03>
10. Ribeiro, A. C., & Ribeiro, S. D. A. (2010). Specialty products made from goat milk. *Small Ruminant Research*, 89 (2–3), 225–233. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.12.048>
11. Mal, G., Singh, B., G. Mane, B., Sharma, V., Sharma, R., Bhar, R., & Dhar, J. B. (2018). Milk composition, antioxidant activities and protein profile of Gaddi goat milk. *Journal of Food Biochemistry*, 42 (6), e12660. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12660>
12. Prosser, C. G. (2021). Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula. *Journal of Food Science*, 86 (2), 257–265. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15574>
13. Getaneh, G., Mebrat, A., Wubie, A., & Kendie, H. (2016). Review on goat milk composition and its nutritive value. *Journal of Nutrition and Health Sciences*, 3 (4), 1–10. <https://doi.org/10.15744/2393-9060.3.401>
14. Almasri, R., Bedir, A., Ranneh, Y., El-Tarabily, K., & Al Raish, S. (2024). Benefits of Camel Milk over Cow and Goat Milk for Infant and Adult Health in Fighting Chronic Diseases: A Review. *Nutrients*, 16(22), 3848. <https://doi.org/10.3390/nu16223848>
15. Benjamin-van Aalst, O., Dupont, Y., van der Zee, L., Garssen, J., & Knipping, K. (2024). Goat milk allergy and a potential role for goat milk in cow's milk allergy. *Nutrients*, 16 (15), 2402. <https://doi.org/10.3390/nu16152402>
16. Duan, C., Ma, L., Cai, L., Li, X., Ma, F., Chen, J., Huo, G., & Li, D. (2021). Comparison of allergenicity among cow, goat, and horse milks using a murine model of atopy. *Food & Function*, 12 (12), 5417–5428. <https://doi.org/10.1039/d1fo00492a>
17. Nayik, G. A., Jagdale, Y. D., Gaikwad, S. A., Devkatte, A. N., Dar, A. H., & Ansari, M. J. (2022). Nutritional profile, processing and potential products: A comparative review of goat milk. *Dairy*, 3 (3), 622–647. <https://doi.org/10.3390/dairy3030044>
18. Ivashyna, L., Byshovets, L., & Oliferchuk, O. (2024). Dairy products market in Ukraine: range and quality. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*, 4 (14), 16–24. [https://doi.org/10.32782/2708-4949.4\(14\).2024.3](https://doi.org/10.32782/2708-4949.4(14).2024.3)
19. Kovalenko, O. (2021). National and global market of meat and dairy products: changes in trends and development prospects in a pandemic. *Food Resources*, 9 (17), 204–218. <https://doi.org/10.31073/foodresources2021-17-21>
20. Kalyan, S., Meena, S., Kapila, S., Yadav, R., & Deshwal, G. K. (2021). *In vitro* assessment of antioxidative potential of goat milk, casein and its hydrolysates: Comparison of goat milk with bovine and buffalo milk. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-546200/v1>
21. Masliuk, A. M., Atanovska-Masliuk, O. Yo., & Zinevych, V. M. (2020). State of goat breeding in the world, its development prospects and scientific support in Ukraine. *The Professional Thematic Collection of Scientific Work "Sheep and Goat Breeding"*, 238–254. <https://doi.org/10.33694/2415-3958-2020-1-5-238-254>
22. Park, Y. W., & Guo, M. (2006). Goat milk products: Types of products, manufacturing technology, chemical composition, and marketing. *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*, 59–106. <https://doi.org/10.1002/9780470999738.ch4>
23. Utaaker, K. S., Chaudhary, S., KifleYohannes, T., & Robertson, L. J. (2021). Global goat! Is the expanding goat population an important reservoir of *Cryptosporidium*? *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.648500>
24. Iedynyi Derzhavnyi Reiestr. (n/d). *Derzhavne pidpriemstvo "Ahtentstvo z identyfikatsii i reiestratsii tvaryn"*. Retrieved from: <https://www.agro-id.gov.ua/> [in Ukrainian]
25. Statystychnyi zbirnyk "Silske hospodarstvo Ukrainy". (n/d). *Derzhstat Ukrainy*. Retrieved from: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_sg_z_b.htm [in Ukrainian]
26. Rudiuk, V. A., & Bohdanova, N. V. (2021). Produktyvni osoblyvosti kiz porody lamancha. *Suchasni tekhnologii u tvarynnytsi ta rybnytsi: navkolyshnie seredovyshche – vyrobnystvo produktii – ekolohichni problemy: zbirnykmaterialiv 75-oi Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. (pp.197–198). Kyiv: Natsionalnyi universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy [in Ukrainian]
27. Susol, R., Kirovych, N., & Riznychuk, I. (2024). Reproductive ability of females of the Zaanen and Alpine breeds when crossed with goats of the Corsican breed. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 110, 157–161. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2024.110.25>
28. Fedorovych, Je., Salyga, Ju., Fedorovych, V., Mazur, N., & Bodnar, P. (2022). Development of goat breeding in Ukraine. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 100 (2), 42–49. <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202202-06>
29. Negro, A., Cesarani, A., Cortellari, M., Bionda, A., Fresi, P., Macciotta, N. P. P., Grande, S., Biffani, S., & Crepaldi, P. (2024). A comparison of genetic and genomic breeding values in Saanen and Alpine goats. *Animal*, 18 (4), 101118. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101118>
30. Usenko, S. O., Vasiliva, O. O., Kravchenko, O. I., Shaferivskyi, B. S., Karunna, T. I., Zeliznyk, I. M., & Karban, Y. V. (2021). Historical aspects and prospects for development of goat breeding in Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 2, 145–151. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.17>
31. El Sabry, M. I., & Almasri, O. (2023). Stocking density, ambient temperature, and group size affect social behavior, productivity and reproductivity of goats - A review. *Tropical Animal Health and Production*, 55 (3). <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03598-0>
32. Fedak, V., Dudchak, I., Zaborski, D., Vashchenko, P., Gutyi, B., Rivis, Y., Stadnytska, O., Bezalychna, O., Slepokura, O., Polulikh, M., Bratyuk, V., Skliarov, P., Vakulyk, V., Fedorenko, S., Naumenko, S., Bilyi, D., & Leskiv, K. (2023). Postnatal development of heifer and milk productivity of Ukrainian blackspotted dairy cows of different types of constitution. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, LXVI (2), 44–63.
33. Lund, A., & Ahmad, M. (2020). Production potential, nutritive value and nutraceutical effects of goat milk. *Journal of Animal Health and Production*, 9 (1). <https://doi.org/10.17582/journal.jahp/2021/9.1.65.71>
34. Ibrahim, H. R., Ahmed, A. S., & Miyata, T. (2017). Novel angiotensin-converting enzyme inhibitory peptides from caseins and whey proteins of goat milk. *Journal of Advanced Research*, 8 (1), 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2016.12.002>
35. Hammam, A. R. A., Salman, S. M., Elfaruk, M. S., & Alsaeem, K. A. (2021). *Goat milk: Compositional, technological, nutritional, and therapeutic aspects*. <https://doi.org/10.20944/preprints202108.0097.v1>
36. Biadala, A. (2018). Goat's milk-derived bioactive components - a review. *Mljekarstvo*, 239–253. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2018.0401>
37. Gallier, S., Tolenaars, L., & Prosser, C. (2020). Whole goat milk as a source of fat and milk fat globule membrane in infant formula. *Nutrients*, 12 (11), 3486. <https://doi.org/10.3390/nu12113486>
38. Bernard, L., Bonnet, M., Delavaud, C., Delosièrè, M., Ferlay, A., Fougère, H., & Graulet, B. (2018). Milk fat globule in ruminant: major and minor compounds, nutritional regulation and differences among species. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(5). <https://doi.org/10.1002/ejlt.201700039>

39. van Leeuwen, S. S., te Poele, E. M., Chatziioannou, A. C., Benjamins, E., Haandrikman, A., & Dijkhuizen, L. (2020). Goat milk oligosaccharides: Their diversity, quantity, and functional properties in comparison to human milk oligosaccharides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68 (47), 13469–13485. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c03766>
40. Turkmen, N. (2017). The nutritional value and health benefits of goat milk components. *Nutrients in Dairy and Their Implications on Health and Disease*, 441–449. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809762-5.00035-8>

ORCID

P. Vashchenko 	https://orcid.org/0000-0002-9287-819X
V. Slyngo 	https://orcid.org/0000-0002-1673-5840
B. Shaferivskyi 	https://orcid.org/0000-0001-5742-5016
O. Myronenko 	https://orcid.org/0000-0002-6067-3755
O. Fesenko 	https://orcid.org/0009-0006-5047-7781



2025 by the author(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.

Influence of previous lactation duration on the reproductive performance of Large White and Landrace sows under purebred breeding

A. Shostya  | I. Shpirna

Article info

Correspondence Author

A. Shostya

E-mail:

anatoliy.shostya@pdau.edu.ua

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

Citation: Shostya, A., & Shpirna, I. (2025). Influence of previous lactation duration on the reproductive performance of Large White and Landrace sows under purebred breeding. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 146–156. doi: 10.31210/spi2025.28.03.23

The study presents the results on the effect of the duration of previous lactation on the reproductive performance of sows of major maternal breeds. It has been established that Large White sows have advantages over Landrace breed counterparts in litter size, birth weight of the litter, and number of weaned piglets. At the same time, Landrace animals had advantages in terms of the weight of individual piglets and the weight of the litter at weaning. The duration of previous lactation significantly influences the reproductive capacity of sows of both breeds. In the first and third groups where the duration of previous lactation lasted 23.3–24.74 % longer than in the second and fourth groups, the number of piglets born in animals with standard lactation increased by 3.1 % in Landrace and by 5.3 % in large white breeds. A similar trend was observed in terms of litter size – with 5.0–5.7 % more piglets in both breeds under standard lactation. The birth weight of piglets in sows with standard lactation was significantly higher by 5.2 % in Large White and by 10.2 % in Landrace animals. In terms of the number of piglets at weaning, sows with standard previous lactation exceeded their counterparts with a reduced one by 3.1–3.6 %. The mass of the piglets at weaning also increased by 3.3 % in Large White and by 5.2 % in Landraces, with a relatively reduced standard previous lactation. The average daily gains of piglets were higher in Landraces – by 5.9 % and 3.5 % compared to Large Whites, depending on lactation duration. Most traits showed greater variability in Landrace animals. Thus, an increase in the duration of the previous lactation had a positive effect on the main reproductive indicators regardless of the breed. It was found that in Landrace sows, the correlations between reproductive and productive traits were stronger and more numerous than in the Large White breed. This indicates higher genetic variability and breeding potential of Landraces. In Large White sows, higher stability of litter retention was observed, which is an economically valuable trait. It was found that the duration of the previous lactation had a more pronounced effect on the reproductive performance of sows compared to breed.

Keywords: Sow, piglet, lactation duration, breed, reproductive traits, growth rate.

Вплив тривалості попередньої лактації на відтворювальні якості свиноматок великої білої та ландрас порід за чистопородного їх розведення

A. М. Шостя | I. Г. Шпирна

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Викладено результати досліджень щодо встановлення впливу тривалості попередньої лактації на відтворювальну здатність свиноматок основних материнських порід. Встановлено перевагу свиноматок великої білої породи над аналогами породи ландрас за багатоплідністю, масою гнізда при народженні та кількістю відлучених поросят. Водночас, тварини породи ландрас мали переваги за масою одного поросля та масою гнізда при відлученні. Доведено, що тривалість попередньої лактації суттєво впливає на відтворювальну здатність свиноматок обох порід. У першій та третій групах де тривалість попередньої лактації була на 23,3–24,74 %, ніж у другій та четвертій, зокрема, кількість народжених порослят у тварин зі стандартною лактацією зростала на 3,1 % у ландрасів та на 5,3 % у великої білої породи. Аналогічна тенденція простежувалась і за багатоплідністю – на 5,0–5,7 % більше порослят при традиційній попередній лактації в обох порід. Маса гнізда порослят при народженні у свиноматок зі стандартною лактацією була достовірно вищою на 5,2 % у великої білої і на 10,2 % у тварин породи ландрас. За кількістю порослят при відлученні свиноматки зі стандартною попередньою лактацією перевершували аналогів з скороченою на 3,1–3,6 %. Маса гнізда при відлученні теж зростала на 3,3 % у великої білої і на 5,2 % у ландрасів при стандартній попередній лактації порівняно скороченою. Середньодобові прирости порослят були вищими у ландрасів – на 5,9 % та 3,5 % порівняно з великими білими залежно за традиційної та скороченої попередньої лактації. Мінливість більшості ознак була вищою у тварин породи ландрас. Таким чином, збільшення тривалості попередньої лактації позитивно впливало на основні відтворювальні показники незалежно від породи. Встановлено, що у свиноматок породи ландрас зв'язки між відтворювальними та продуктивними ознаками були сильнішими й чисельнішими, ніж у великої білої породи. Це свідчить про вищу генетичну варіабельність і селекційний потенціал ландрасів. У свиноматок великої білої породи спостерігалася вища стабільність збереження приплоду, що є цінною господарською ознакою. Встановлено, що тривалість попередньої лактації має більш виражений вплив на відтворювальні показники свиноматок порівняно з породною належністю.

Ключові слова: Свиноматка, поросля, тривалість лактації, порода, відтворювальні ознаки, інтенсивність росту.

Бібліографічний опис для цитування: Шостя А. М., Шпирна І. Г. Вплив тривалості попередньої лактації на відтворювальні якості свиноматок великої білої та ландрас порід за чистопородного їх розведення. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 146–156.

Вступ

У світі використовується здебільшого дві материнські породи – ландрас і велика біла, які мають найкращі відтворні якості хоч і відрізняються між собою. Вплив породи та генетичної лінії на багато-плідність свиноматок є предметом дискусій у науковій спільноті. Якщо Banville et al. (2015) [1] та Putz et al., 2015 [2] вказують на суттєву залежність цієї ознаки від зазначених факторів, то Segura Correa et al., 2014 [3] та Tummaruk et al., 2000 [4] не виявили значущих відмінностей між породами велика біла та ландрас. Водночас за повідомленнями Tummaruk, et al., 2010 [5] і Thiengpimol, et al., 2017 [6] свиноматки породи шведського ландраса продемонстрували помітні переваги у відтворній продуктивності порівняно зі свиноматками великої білої породи – більша скоростиглість, вища заплідненість та багатоплідність.

За результатами досліджень Knecht et al., 2015 [7], виявлено вплив породи на ключові відтворні показники у чистопорідних свиноматок ландрас і велика біла. Зокрема, перевага великих білих порівняно із ландрас спостерігалася за кількістю відлучених поросят. Однак Szostak, & Katsarov, 2013 [8] в своїх дослідженнях вказують на відсутність різниці за показниками відтворювальної здатності у зазначених порід між ними. Про те, за повідомленнями Бугай, 2025 [9] свиноматки породи ландрас данського походження народжують у середньому більше поросят відносно тварин великої білої породи, але за рівнем збереженості приплоду спостерігається зворотна закономірність.

На племінного репродуктора встановлено, що свиноматки великої білої породи демонструють дещо кращі показники відтворювальної здатності порівняно з породою ландрас. Зокрема, у великої білої породи зафіксовано більшу загальну кількість народжених поросят та відлучених поросят. Voshchenko, & Povod, 2025 [10], Кремезь та ін., 2024 [11].

Під тиском індустріалізації свинарства багато виробників свинини по всьому світі з метою підвищення конкурентоздатності використовують скорочення термінів лактації для свиноматок, що є ключовим фактором в собівартості в цілому свинини. Пошукові дослідження проведені Costa, et al., 2004 [12], Gaustad-Aas, 2004 [13], Koketsu & Dial, 1998 [14], Smith et al., 2006 [15], свідчать про те, що надто короткий період лактації (менше 21 дня) подовжує сервіс період свиноматок, через

незавершене відновленням репродуктивних органів та гормональної системи.

Надмірно довга лактація (понад 28–30 діб), незважаючи на краще фізичне відновлення свиноматки може негативно позначитися на багато-плідності у наступному опоросі через виснаження її організму. Однак, за адекватної годівлі, певне збільшення тривалості лактації (наприклад, до 28 діб) може покращити подальшу продуктивність цих тварин Main et al., 2004 [16].

Скорочення тривалості лактації під впливом індустріалізації свинарства може негативно позначатися на відтворній здатності свиноматок. Як надто короткий (<21 діб), так і надмірно тривалий (>28–30 діб) лактаційний період подовжує інтервал до осіменіння та знижує багатоплідність, особливо у високопродуктивних порід таких як велика біла та ландрас, що є чутливими до порушень енергетичного балансу. Тому визначення оптимальної тривалості лактації, адаптованої до фізіологічних потреб конкретної породи, є актуальним завданням для збереження репродуктивної ефективності тварин та оптимального використання обладнання для опоросу і самої свиноматки.

Мета дослідження

Мета проведеного дослідження полягала у визначенні впливу тривалості попередньої лактації на відтворювальну здатність свиноматок порід велика біла та ландрас.

Матеріали і методи

Експерименти були проведені в умовах племінного репродуктора за стандартною методикою (Ладика, 2023) [17], де за методом груп-аналогів сформовано чотири групи тварин, кожна з яких налічувала 20 особин (*табл. 1*). До першої та другої груп включили свиноматок порід велика біла (ВБ), а третьої та четвертої груп – тварин ландрас (Л). Тварини першої та третьої групи мали попередню лактацію тривалістю якої складала 28 діб, тоді як їх аналоги з другої та четвертої групи мали попередню лактацію тривалістю якої складала 21 добу. Свиноматки першої та другої груп були осіменені спермою трьох кнурів великої білої породи, а свиноматки третьої і четвертої спермою кнурів породи ландрас кількість яких також складала три голови.

Таблиця 1

Схема експерименту

Показник	Порода свиней			
	ландрас		велика біла	
Група тварин	I	II	III	IV
Кількість свиноматок на початок дослід, гол.	20	20	20	20
Кількість кнурів використаних для осіменіння свиноматок, гол.	3	3	3	3
Тривалість попередньої лактації, діб	28	21	28	21
Тривалість досліджуваної лактації, діб	28	28	28	28

Після 110–112 доби поросності, усіх піддослідних тварин переміщували в цех опоросу, що знаходився на тому ж репродукторі. У межах дослідження оцінювали показники відтворної здатності, використовуючи загальноприйняті методики (Ібатулін та ін., 2017) [18], (Ладика та ін., 2023) [17], відповідно до яких зразу ж після опоросу свиноматок у кожному гнізді фіксували загальну кількість народжених порослят, кількість народжених живими (багатоплідність), а також визначали масу гнізда шляхом зважування на вагах з точністю до 0,1 кг. На основі цих даних розраховувались такі показники, як великоплідність та частка мертвонароджених порослят. Також враховувались заплідненість і тривалість періоду поросності у свиноматок.

По завершенні лактації визначали її тривалість, кількість порослят на момент відлучення, масу їх гнізда, збереженість та середню масу одного поросляти.

Для комплексної оцінки відтворних якостей свиноматок використовували – індекс відтворних якостей свиноматок з обмеженою кількістю ознак (ІВЯ), Лаша і Мольма в модифікації М. Березовського (Ладика та ін., 2023) [17].

$$\text{ІВЯ} = A + 2B + 35\sigma$$

де, А – кількість порослят при народженні, гол.; В – кількість порослят при відлученні, гол.; σ – середньодобовий приріст від народження до відлучення, кг.

Визначали селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок (СІВЯС), за методикою Церенюк, 2010 [19]:

$$\text{СІВЯС} = 6X_1 + 9,34 (X_2/X_3),$$

де: СІВЯС – селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок; X_1 – багатоплідність, гол.; X_2 – маса гнізда порослят при відлученні, кг; X_3 – тривалість підсисного періоду, діб; 6 та 9,34 – коефіцієнти.

Було розраховано комплексний продуктивний індекс відтворювальної здатності свиноматки та інтенсивності росту приплоду (SZFTV) запропонований Radnóczy et al., 2017 [20] за формулою:

$$\text{SZFTV} = 100 + 5 (n_0 + n_f + (W_f/10) - i)$$

де, n_0 – багатоплідність, гол. n_f – кількість порослят при відлученні, гол.; W_f – маса порослят при відлученні, кг; i – скореговане середнє значення по породі (стандарт).

Для оцінки сили зв'язків між генотиповими та фенотиповими параметрами відтворювальної здатності були розраховані коефіцієнти фенотипової кореляції за методикою, запропонованою Geraghty, 2018 [21]. Інтерпретація сили цих кореляційних зв'язків здійснювалася згідно зі шкалою Чеддока (Geraghty, 2018) [21], яка класифікує їх таким чином: зв'язок вважається слабким, якщо коефіцієнт кореляції становить 0,1–0,3; помірним – при значенні 0,3–0,5; помітним – від 0,5 до 0,7; високим – від 0,7 до 0,9; і дуже високим – від 0,9 до 0,99.

Встановлення впливу породи свиноматок та тривалості їхнього попереднього підсисного періоду на основні показники відтворювальної здатності проводили із використанням двофакторного дисперсійного аналізу за методикою Geraghty, 2018 [21].

Аналіз отриманих результатів досліджень проводився методами варіаційної статистики із застосуванням програмного забезпечення MS Excel. Достовірність відмінностей між показниками оцінювалася за t-критерієм Стьюдента, з такими рівнями значущості: $p < 0,05$, $p < 0,01$ та $p < 0,001$.

Результати та їх обговорення

Отримані дані експерименту, які представлені у **таблиці 2**, свідчать, про те, що тривалість попередньої лактації в першій та третій групах була суттєво вищою на 6,38–6,86 діб, або 23,3–24,74 % ($p < 0,01$) порівняно з другою та четвертою групами з дещо більш високою варіабельністю цього показника для тварин зі скороченою лактацією. Це впливало на певні ознаки продуктивності свиноматок обох порід за умови однакової тривалості наступної лактації. За загальною кількістю народжених порослят не було встановлено статистично значущої різниці між тваринами з різною тривалістю попередньої лактації. Проте простежувалась чітка тенденція до збільшення цього показника у свиноматок із тривалішою попередньою лактацією. Зокрема, для породи Л ця різниця становила 0,51 голови (3,1 %) на користь тварин з довшою попередньою лактацією, тоді як для ВБ породи вона досягала 0,93 голови (5,3 %). Варіабельність цієї ознаки виявилася вищою на 0,7 % у свиноматок породи Л порівняно з ВБ за звичайної тривалості лактації і на 12,6 % за скороченої.

Водночас, у межах кожної породи відзначено тенденцію до збільшення загальної кількості народжених порослят у свиноматок, що мали попередню лактацію тривалістю 28 діб, порівняно з тими, у яких ця лактація була скорочена до 21 дня. Зокрема, для ВБ породи ця різниця становила 0,93 голови (5,3 %), а для Л – 0,51 голови (3,1 %).

Мінливість за цією ознакою між групами з різною тривалістю лактації виявилася вищою у тварин ВБ породи, становлячи 6,9 %, тоді як у свиноматок породи Л з різною тривалістю лактації ця різниця склала 5,2 %.

Схожа тенденція спостерігалася і за показником багатоплідності: у ВБ породи він був вищим на 0,76 голови (5,7 %) за звичайної лактації та на 0,60 голови (4,1 %) за її скороченого терміну, порівняно з Л. Тоді як всередині ВБ породи різниця між свиноматками з традиційною та скороченою лактацією склала 0,94 голови (5,7%), а для породи Л вона становила 0,77 голів (5,0 %) на користь тварин зі стандартною лактацією. Серед тварин ВБ породи відзначено більшу мінливість за цією ознакою (4,9 %) між групами з різною тривалістю лактації. Натомість, у свиноматок породи Л ця різниця становила 2,2 %. Водночас мінливість цієї ознаки у тварин породи Л виявилася на 3,0–5,7 % вищою порівняно з ВБ.

Таблиця 2

Відтворювальні якості свиноматок під час опоросу

Показник		Значення			
Порода свиней		ландрас		велика біла	
Група тварин		I	II	III	IV
Тривалість попередньої лактації	M±m	27,33±0,48 ^{aaa}	20,95±0,47	27,76±0,54 ^{fff}	20,90±0,49
	Cv%	8,0	10,1	8,9	10,1
Загальна кількість народжених поросят, гол	M±m	16,71±0,68	16,20±0,86	17,43±0,68	16,50±0,41
	Cv%	18,6	23,8	17,9	11,0
Багатоплідність, гол.	M±m	15,52±0,70	14,75±0,61	16,29±0,63	15,35±0,44
	Cv%	20,6	18,4	17,6	12,7
Кількість мертвонароджених поросят, гол.	M±m	1,19±0,29	1,45±0,48	1,14±0,39	1,15±0,25
	Cv%	111,5	149,2	154,8	98,8
Частка мертвонароджених поросят, %	M±m	7,1±1,74	7,46±2,20	6,1±1,68	7,0±1,56
	Cv%	112,3	131,9	126,3	101,6
Маса гнізда при народженні, кг	M±m	20,6±0,64 ^{aa}	18,5±0,46	21,2±0,48 ^{ddd}	20,1±0,43 ^{ee}
	Cv%	14,2	11,2	10,5	9,5
Великоплідність, кг	M±m	1,35±0,025	1,28±0,034	1,32±0,025	1,32±0,016
	Cv%	8,7	12,1	8,7	5,3

Примітки: вірогідність різниці ^{aaa} 1–2; ^{bbb} 1–3; ^{ccc} 1–4; ^{ddd} 2–3; ^{eee} 2–4; ^{fff} 3–4.

Кількість мертвонароджених поросят виявилася на 0,05–0,30 голови вищою у свиноматок породи Л порівняно з аналогами ВБ породи. При цьому, між групами ВБ свиноматок з різною тривалістю лактації ця різниця становила 0,01 голови, а у Л – 0,26 голови. Варіабельність цієї ознаки не мала чіткої тенденції залежності від породи чи тривалості попередньої лактації. Аналогічна тенденція виявилася і за часткою мертвого народжених поросят.

Щодо великоплідності, не виявлено різниці між свиноматками ВБ породи з різною тривалістю попередньої лактації. Проте, у тварин породи Л спостерігався тенденція до підвищення на 5,3 % цього показнику у свиноматок із традиційною тривалістю попередньої лактації порівняно зі скороченою. Мінливість цієї ознаки була вищою у тварин породи Л порівняно з великою білою, як за скороченої, так і за традиційної лактації.

Маса гнізда при народженні синтезується з показників багатоплідності та великоплідності. У наших дослідженнях встановлено достовірну різницю за цим показником між свиноматками з різною тривалістю попередньої лактації. Так, серед свиноматок ВБ маса гнізда виявилася на 1,11 кг (5,2 %) більшою ($p < 0,01$) у тварин зі стандартною лактацією порівняно зі скороченою. У той час як у породи Л цей різниця сягнула 2,11 кг, або 10,2 % ($p < 0,001$).

Проте, міжпородна різниця за цією ознакою виявилася недостовірною. Однак встановлено тенденцію перевищення цього показника у тварин ВБ породи над аналогами породи Л: на 3,2 % (або 0,63 кг) за традиційної лактації та на 8,9 % (або 1,65 кг) за скороченої.

Отже, встановлено суттєве перевищення показника маси гнізда при народженні у свиноматок обох порід, які мали тривалішу попередню лактацію, на 5,2–10,2 %. Водночас, виявлено тенденцію до кращих результатів у цих тварин порівняно із аналогами з коротшою лактацією за загальною кількістю народжених поросят (на 3,1–5,3 %) та за багатоплідністю (на 5,0–5,7 %). Крім того, щодо великоплідності така різниця встановлена у свиноматок породи Л (на 5,3 %), але була відсутня у тварин ВБ породи. Щодо кількості мертвонароджених

поросят, ці ж тварини (з тривалішою попередньою лактацією) мали показник меншим на 5,2–10,2 %.

Як витікає з [таблиці 3](#), на відміну від попередньої – поточна лактація незначно відрізнялась в розрізі груп. Різниця становила лише 0,5–1,8 % і варіабельність цієї ознаки не залежала від породи та тривалості попередньої лактації.

Тоді як показники продуктивності впродовж поточної лактації мали залежність як від породи так і від тривалості попередньої лактації мають чітку залежність як від породи, так і від тривалості попередньої лактації.

Так за збереженістю поросят спостерігалася тенденція до більших коливань, що становили від 2,01 до 2,56 %, залежно від тривалості попередньої лактації. При цьому міжпородна різниця у збереженості поросят була меншою, і коливаючись від 0,72 до 1,26 %. Слід зазначити, що варіабельність збереженості поросят більше залежала від тривалості попередньої лактації тварини, ніж від їхньої породи. Так, при стандартній лактації коефіцієнт варіації збереженості для ВБ породи становив 13,8 %, а для породи Л – 11,0 %. Тоді як при скороченій лактації збереженість у тварин ВБ породи варіювала в межах 8,2 %, а у свиноматок породи Л – 8,6 %. Ці дані чітко ілюструють, що скорочена лактація призводить до значного зменшення варіабельності збереженості поросят, незалежно від породи.

Різна багатоплідність та неоднакова збереженість поросят спричинили варіативність показників кількості поросят при відлученні, що виявилася як між породами, так і залежно від тривалості попередньої лактації. Так, різниця в кількості поросят при відлученні між тваринами ВБ та Л порід становила відповідно 0,24 та 0,3 голови (1,7 та 2,2 %) за стандартної та скороченої лактації на користь ВБ породи. У той час як у тварин породи Л різниця в кількості відлучених поросят між стандартною та скороченою лактацією становила 0,5 голови (3,6 %), тоді як для ВБ породи – 0,44 голови (3,1 %). Найвищий показник кількості поросят при відлученні спостерігався у свиноматок ВБ породи за стандартної лактації. Цей показник вірогідно ($p < 0,05$) перевищував відповідний у тварин породи Л за скороченої

лактації на 0,74 голови, або 5,5 %. Свиноматки породи Л за скороченої лактації у своєю чергою, мали найменшу кількість поросят при відлученні – 13,50 голови, що на 0,30 голови (2,2 %) менше,

ніж у тварин ВБ породи за тієї ж лактації, та на 0,50 голови (3,6 %) менше, ніж у свиноматок породи Л за стандартної лактації.

Таблиця 3

Відтворювальні якості свиноматок під час відлучення

Показник		Значення			
Порода свиней		ландрас		велика біла	
Група тварин		I	II	III	IV
Тривалість поточної лактації, діб	M±m	28,14±0,25	28,20±0,46	28,52±0,32	28,00±0,26
	Cv%	4,1	7,2	5,2	4,2
Кількість відлучених поросят, гол.	M±m	14,00±0,37	13,50±0,37	14,24±0,17 ^d	13,80±0,24
	Cv%	12,2	12,4	5,4	7,7
Збереженість, %	M±m	91,97±2,21	92,68±1,78	89,41±2,70	90,67±1,65
	Cv%	11,0	8,6	13,8	8,2
Маса гнізда поросят при відлученні, кг	M±m	103,23±1,81 ^{a cc}	97,90±1,60	101,26±1,08 ^f	97,96±1,46
	Cv%	8,0	7,3	4,9	6,7
Маса одного поросяти при відлученні, кг	M±m	7,43±0,14	7,31±0,14	7,13±0,11	7,13±0,13
	Cv%	8,3	8,5	6,9	8,1

Примітки: вірогідність різниці^{aaa} 1–2; ^{bbb} 1–3; ^{ccc} 1–4; ^{ddd} –2–3; ^{eee} 2–4; ^{fff} 3–4.

Варіабельність цієї ознаки була вищою у тварин породи Л – у межах 12,2–12,4 %, тоді як у свиноматок ВБ породи мінливість кількості поросят при відлученні становила 5,4–7,7 %.

Індивідуальна маса поросят при відлученні була досить високою і знаходилася в межах 7,13–7,43 кг. Тенденцію до підвищення показників цієї маси відзначено у тварин породи Л як за традиційної, так і за скороченої тривалості попередньої лактації. У свиноматок ВБ породи цей показник становив 7,13 кг незалежно від тривалості попередньої лактації, що на 0,30 кг (4,1 %) та 0,18 кг (2,5 %) менше порівняно з тваринами породи Л за традиційної та скороченої лактації відповідно.

Маса гнізда поросят при відлученні формується на основі їх кількості та індивідуальної маси в цей період. Найвищий показник був зафіксований у тварин породи Л за стандартної тривалості попередньої лактації – він перевищував аналогічний показник у свиноматок ВБ породи на 1,97 кг або 1,9 %. Натомість за скороченої тривалості лактації різниця між свиноматками ВБ та Л порід становила лише 0,07 кг, або 0,1 %.

Таблиця 4

Інтенсивність росту підсисних поросят

Показник		Значення			
Порода свиней		ландрас		велика біла	
Група тварин		I	II	III	IV
Абсолютний приріст в підсисний період, кг	M±m	6,09±0,12 ^c	6,04±0,12	5,81±0,10	5,81±0,12
	Cv%	9,3	8,9	7,8	9,5
Середньодобовий приріст, г	M±m	216,8±5,30 ^c	214,9±4,98 ^e	203,9±3,38	207,4±4,04
	Cv%	11,2	10,4	7,6	8,7
Відносний приріст, %	M±m	138,6±0,92	140,6±1,09 ^{d e}	137,5±0,94	137,4±0,97
	Cv%	3,0	3,5	3,1	3,2

Примітки: вірогідність різниці^{aaa} 1–2; ^{bbb} 1–3; ^{ccc} 1–4; ^{ddd} –2–3; ^{eee} 2–4; ^{fff} 3–4.

Мінливість цієї ознаки також виявилася вищою у тварин породи Л – 11,2 % та 10,4 % проти 7,6 та 8,7 % у свиноматок ВБ породи відповідно за традиційної та скороченої тривалості попередньої лактації.

За однакової тривалості поточної лактації та майже рівної інтенсивності росту не виявлено

Усередині кожної породи ця ознака відтворювальної продуктивності мала суттєву різницю як у ВБ, так і у Л порід. Для свиноматок ВБ породи вона становила 3,3 кг, або 3,3 %, що є статистично вірогідним ($p<0,05$) а у їх аналогів породи Л ця різниця виявилася ще більш вираженою – 5,34 кг, або 5,2 % ($p<0,01$).

Мінливість цього показника була значно вищою у тварин породи Л порівняно зі свиноматками ВБ породи й становила 8,0 % за стандартної та 7,6 % за скороченої тривалості лактації. У свиноматок ВБ породи варіабельність цієї ознаки становила 4,9 % за традиційної та 6,7 % за скороченої лактації.

На інтенсивність росту поросят більший вплив мала порода, ніж тривалість попередньої лактації. Свиноматки породи Л переважали аналогів ВБ породи за середньодобовими приростами на 12,9 г (5,9 %) та 7,5 г (3,5 %) ($p<0,05$) відповідно за традиційної та скороченої тривалості лактації (**табл. 4**). Водночас майже не виявлено різниці за цим показником між традиційною та скороченою лактацією у свиноматок породи Л. Натомість у свиноматок ВБ породи ця різниця становила 3,5 г або 1,7 %.

суттєвої різниці між групами з різною тривалістю попередньої лактації за абсолютними приростами. Натомість поросята породи Л мали вищі абсолютні прирости – на 0,23 кг (4,5 %) та 0,28 кг (3,8 %) порівняно з аналогами ВБ породи за традиційної та скороченої лактації відповідно.

Мінливість цієї ознаки, як і попередньої, була вищою у тварин породи Л порівняно зі аналогами ВБ породи.

Поросята породи Л продемонстрували вищі відносні прирости порівняно зі своїми аналогами ВБ породи: цей показник становив у них 138,6 % за традиційної лактації та 140,6 % за скороченої. Натомість у поросят ВБ породи відносний приріст був відповідно на рівні 137,5 та 137,4 %. При цьому поросята другої групи вірогідно ($p < 0,05$) перевершили своїх аналогів із третьої та четвертої груп відповідно на 3,18 та 3,28 %.

Мінливість показника відносного приросту була досить низькою і не виявляла суттєвих відмінностей між групами тварин.

Таблиця 5

Комплексна оцінка відтворювальних якостей свиноматок

Показник	Значення			
	ландрас		велика біла	
Порода свиней	I		IV	
Група тварин	II		III	
Індекс відтворних якостей свиноматок ІВЯ	M±m	51,1±1,28	49,3±1,21	51,9±0,77
	Cv%	11,5	11,0	6,8
Селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок СІВЯС	M±m	127,5±4,54	121,0±4,02	130,9±3,84
	Cv%	16,3	14,9	13,5
Продуктивний індекс відтворювальної здатності свиноматки та інтенсивності росту приплоду SZFTV	M±m	209,2±5,76	200,2±5,37	213,3±3,53 ^d
	Cv%	12,6	12,0	7,6

Примітки: вірогідність різниці ^{aaa} 1–2; ^{bbb} 1–3; ^{ccc} 1–4; ^{ddd} –2–3; ^{eee} 2–4; ^{fff} 3–4.

За селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматок (СІВЯС) простежується чітка різниця між породами. Зокрема, перевага ВБ породи за значенням цього індексу становила 2,7–3,1 % відповідно для стандартної та скороченої тривалості лактації. Водночас різниця між скороченою та традиційною лактацією у межах ВБ породи становила 4,7 % а для Лів – 5,0 %.

За продуктивним індексом відтворювальної здатності свиноматки та інтенсивності росту приплоду, встановлено перевагу породи Л над ВБ на 1,9 % за традиційної та на 3,0 % – за скороченої тривалості попередньої лактації. Натомість у ВБ породи свиноматки зі стандартною тривалістю лактації перевищували своїх аналогів зі скороченою на 4,0–4,3 %.

Таблиця 6

Коефіцієнти кореляції показників відтворної здатності свиноматок великої білої (верхня частина, синій колір) та ландрас (нижня частина, зелений колір) порід

Група	ТПЛ	ВНП	БП	МГПН	ВП	ЗБ	КВП	СМОП	МГВП	СДП	ТСП
Тривалість попередньої лактації (ТПЛ)	1,00	0,01	-0,05	-0,03	0,07	0,00	-0,14	-0,09	-0,28	-0,04	0,04
Всього народжено поросят (ВНП)	-0,04	1,00	0,82	0,62	-0,90	-0,79	0,26	-0,37	-0,17	0,03	0,29
Багатоплідність (БП)	-0,14	0,92	1,00	0,93	-0,83	-0,95	0,25	-0,18	0,08	0,13	0,24
Маса гнізда при народженні (МГПН)	-0,06	0,21	0,31	1,00	0,59	-0,88	0,25	-0,10	0,17	0,14	0,29
Великоплідність (ВП)	0,03	-0,42	-0,46	0,67	1,00	0,79	-0,37	0,42	0,12	0,06	-0,21
Збереженість поросят (ЗБ)	0,06	-0,22	-0,26	-0,86	0,69	1,00	0,00	0,08	0,07	-0,22	-0,19
Кількість відлучених поросят (КВП)	-0,03	0,78	0,85	0,38	0,51	-0,26	1,00	-0,71	0,21	-0,59	0,33
Середня маса одного поросят (СМОП)	0,14	-0,08	-0,19	-0,81	0,58	0,59	-0,27	1,00	0,55	0,74	-0,38
Маса гнізда відлучених поросят (МГВП)	0,15	0,52	0,54	0,17	0,43	-0,13	0,71	0,08	1,00	0,33	-0,13
Середньодобові прирости поросят (СДП)	0,22	0,03	-0,08	-0,66	0,32	0,42	-0,51	0,58	0,20	1,00	0,12
Тривалість сервіс періоду (ТСП)	0,30	-0,11	-0,09	0,02	0,22	0,16	-0,02	-0,03	-0,08	0,07	1,00

У процесі дослідження було проаналізовано кореляційні зв'язки між основними відтворю-

В результаті оцінки відтворювальної якості свиноматок за комплексними індексами (табл. 5) встановлено, що різниця між породами була меншою порівняно з відмінностями, зумовленими тривалістю попередньої лактації. За значенням індексу відтворювальної якості з обмеження кількістю ознак (ІВЯ), свиноматки ВБ породи перевищували своїх аналогів породи Л на 1,5–1,9 %. Натомість різниця між традиційною та скороченою тривалістю лактації зумовила зміну цього показника на 3,3 % для ВБ породи та на 3,6 % – для породи Л, з покращенням значень за стандартної тривалості попередньої лактації.

Мінливість величини комплексних індексів відтворювальної здатності в усіх випадках була вищою у тварин породи Л порівняно з ВБ. Крім того, всередині кожної породи вища варіабельність спостерігалася у свиноматок зі стандартною тривалістю попередньої лактації порівняно зі скороченою.

Проведений кореляційний аналіз дозволив виявити взаємозв'язки між основними показниками відтворювальної здатності свиноматок та росту приплоду. Встановлено, що більшість продуктивних ознак мають суттєві зв'язки між собою, що вказує на їхню взаємозалежність і комплексний вплив на загальну продуктивність (табл. 6).

вальними та продуктивними ознаками свиноматок порід ВБ (позначена світло-блакитним кольором) та Л

(світло-зелений колір), з урахуванням тривалості попередньої лактації. Встановлено, що породна приналежність має істотний вплив на силу та напрямок взаємозв'язків між розглянутими показниками, а також на рівень їх варіабельності.

Одним з найвиразніших зв'язків, спільним для обох порід, є дуже високий позитивний кореляційний зв'язок між кількістю всього народжених поросят (ВНП) та багатоплідністю (БП), який становив $r = 0,92$. Це логічно, оскільки багатоплідність є прямим чинником формування розміру приплоду. Водночас багатоплідність характеризувалася дуже високим негативним кореляційним зв'язком із збереженістю поросят до відлучення (ЗБ) – $r = -0,95$. Така закономірність вказує на зниження життєздатності поросят у разі перевищення біологічної межі багатоплідності, що характерно для обох порід. Ймовірно, це зумовлено зменшенням маси новонароджених і посиленою конкуренцією за доступ до молока.

Маса гнізда при народженні (МГПН) у свиноматок породи Л продемонструвала помітний позитивний зв'язок із великоплідністю (ВП), де $r = 0,67$, тоді як у тварин ВБ породи цей зв'язок був слабшим. Це свідчить про вищу однорідність і масу приплоду у Л. Також спостерігався негативний зв'язок між МГПН та збереженістю поросят ($r = -0,86$), що зумовлено, ймовірно, впливом багатоплідності.

Кількість відлучених поросят (КВП) суттєво корелювала з багатоплідністю ($r = 0,85$) та загальною кількістю новонароджених ($r = 0,78$), що свідчить про ефективність вирощування за умов високої плодючості. Позитивний кореляційний зв'язок між КВП та масою гнізда відлучених поросят (МГВП) ($r = 0,71$) свідчить про те, що кількісна перевага гнізда напряму пов'язана із загальним приростом біомаси приплоду.

Середня маса одного поросяти при відлученні (СМОП) мала помітний позитивний зв'язок із середньодобовими приростами (СДП) ($r = 0,58$) та масою гнізда відлучених поросят (МГВП) ($r = 0,55$). Ці зв'язки були більш вираженими у свиноматок породи Л, що свідчить про вищий потенціал інтенсивного росту приплоду. Натомість у ВБ породи спостерігалася краща збереженість поросят при дещо нижчому темпі росту.

Тривалість попередньої лактації (ТПЛ) виявила переважно слабкі зв'язки з основними показниками відтворення і продуктивності. Найбільший зворотний зв'язок ТПЛ було встановлено з масою гнізда відлучених поросят (МГВП) ($r = -0,28$), а також із середньою масою одного поросяти ($r = -0,09$). Це свідчить про певне зниження продуктивності при надмірному подовженні лактації, що особливо помітно в групах свиноматок Л.

Тривалість сервіс-періоду (ТСП) мала слабкий позитивний зв'язок із ТПЛ ($r = 0,30$), що вказує на можливу затримку у відновленні репродуктивної функції внаслідок тривалого лактаційного періоду. Водночас помітних зв'язків ТСП із іншими продуктивними показниками не виявлено.

Загалом встановлено, що у свиноматок породи Л зв'язки між відтворювальними та продуктивними ознаками були сильнішими й чисельнішими, ніж у ВБ породи. Це свідчить про вищу генетичну

варіабельність і селекційний потенціал Л. У свиноматок ВБ породи спостерігалася вища стабільність збереження приплоду, що є цінною господарською ознакою.

Таким чином, результати кореляційного аналізу підтверджують доцільність диференційованого підходу до селекції та утримання свиноматок залежно від породи. Для тварин породи Л акценти слід робити на інтенсивності росту та великоплідності, тоді як Б – на збереженні приплоду та оптимізації багатоплідності.

Щодо тривалості попередньої лактації, встановлено, що вона має лише слабкі кореляції з більшістю ознак, зокрема: з тривалістю сервіс-періоду ($r = 0,30$), з масою гнізда відлучених поросят ($r = -0,28$), та іншими показниками (r від $-0,14$ до $0,14$). Це дає підстави стверджувати, що тривалість лактації як ізольований чинник має обмежений прямий вплив на відтворювальну продуктивність, а її вплив реалізується опосередковано – через інші фізіологічні процеси та індивідуальні особливості тварин.

Для визначення впливу породи свиноматок та тривалості їх лактації на основні показники відтворювальної здатності було проведено двофакторний дисперсійний аналіз, який виявив наявність різностороннього впливу факторів породи та тривалості попереднього підсисного періоду на відтворні їх якості. На [рисунку 1](#) зображено силу впливу основних факторів – породи свиней, тривалості попередньої лактації та їх взаємодії – на репродуктивні показники свиноматок під час опоросу – загальну кількість народжених поросят, багатоплідність, великоплідність і масу гнізда при народженні.

Щодо загальної кількості народжених поросят, основну частку варіації (93,23 %) зумовлювали невраховані фактори, тоді як тривалість попередньої лактації справляла лише помірний вплив з силою 4,25 % ($F_{\text{розн.}} = 3,46 < F_{\text{крит.}} = 3,97$), взаємодія – 2,48 % ($F_{\text{розн.}} = 2,03 < F_{\text{крит.}} = 3,97$), а вплив породи виявився практично відсутнім (0,04 %). Це свідчить про те, що загальна кількість поросят формується під дією переважно інших, не включених у модель чинників, зокрема індивідуальних фізіологічних особливостей або умов утримання.

Натомість багатоплідність була істотно залежною від усіх розглянутих факторів. Тривалість попередньої лактації забезпечувала найпотужніший вплив 34,7 % ($F_{\text{розн.}} = 192,31 > F_{\text{крит.}} = 3,97$), порода – 21,6 % ($F_{\text{розн.}} = 119,69 > F_{\text{крит.}} = 3,97$) а їх взаємодія склала – 29,99 % ($F_{\text{розн.}} = 166,19 > F_{\text{крит.}} = 3,97$), і лише 13,71 % залишалось за неврахованими чинниками. Це вказує на значну чутливість багатоплідності до біологічного стану свиноматки, включено з породною належністю та тривалістю попередньої лактації.

Великоплідність, навпаки, виявилася найменш варіабельною від вивчених факторів. Більшість варіації (94,76 %) пояснюється неврахованими впливами, а тривалість лактації спричинила лише 2,1 % зміни, взаємодія – 3,13 %, а вплив породи був майже нульовим (0,01 %) і цей вплив виявився невірогідним. Таким чином, великоплідність формується переважно під дією інших чинників, можливо, пов'язаних із рівнем годівлі або внутрішньоутробним розвитком плоду.

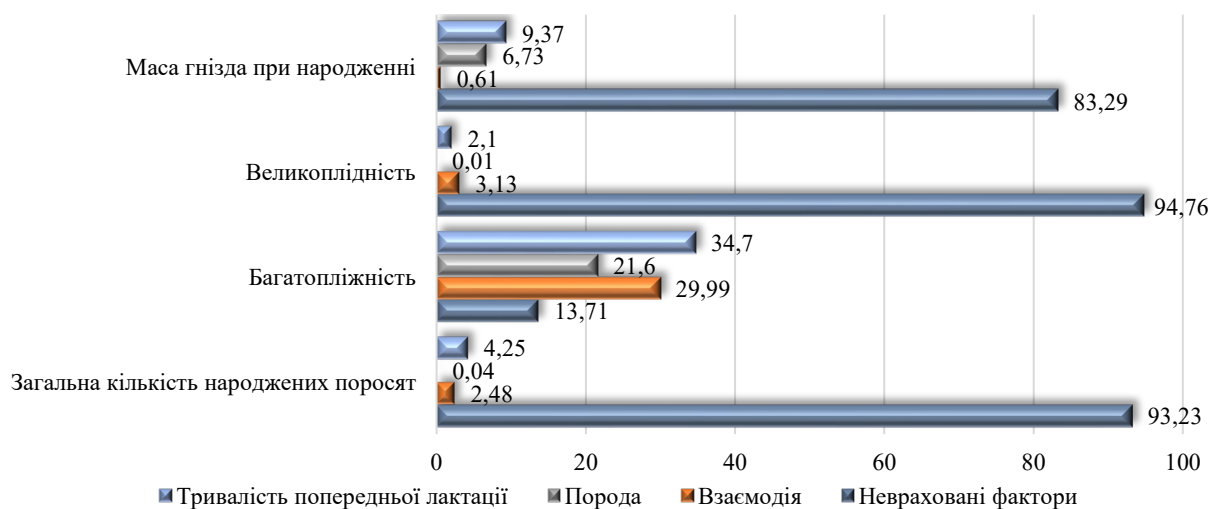


Рис. 1. Вплив породи та тривалості попередньої лактації на продуктивні ознаки свиноматок під час опоросу

Для маси гнізда при народженні встановлено, що тривалість попередньої лактації зумовлювала 9,37% варіації ($F_{\text{розн.}} = 8,55 > F_{\text{крит.}} = 3,97$), порода – 6,73 % ($F_{\text{розн.}} = 6,14 > F_{\text{крит.}} = 3,97$), їх взаємодія майже не впливала на зміну цього показнику – 0,61 %, а решта 83,29 % належали до неврахованих чинників. Це підтверджує, що даний показник частково контролюється спадковістю та фізіологічним статусом свиноматки, однак значний вплив мають також зовнішні умови утримання й годівлі.

Отже тривалість попередньої лактації продемонструвала більш виражений вплив на досліджувані продуктивні показники порівняно з породною приналежністю. Порода свиноматок виявилась значущим фактором головним чином для багато-

плідності та маси гнізда при народженні, однак у цілому її внесок поступався впливу технологічного чинника. Таким чином, тривалість попередньої лактації може розглядатися як ефективний інструмент регулювання відтворювальних якостей у межах порід ВБ та Л.

Результати дисперсійного аналізу представлені на **рисунку 2**, свідчать про переважну роль неврахованих факторів у формуванні продуктивних показників свиноматок під час відлучення поросят. Усі чотири ознаки – маса гнізда при відлученні, маса одного поросяти при відлученні, кількість відлучених поросят, та збереженість поросят – мають понад 90 % варіації, що пояснюється саме неконтрольованими або неохопленими дослідженням чинниками.

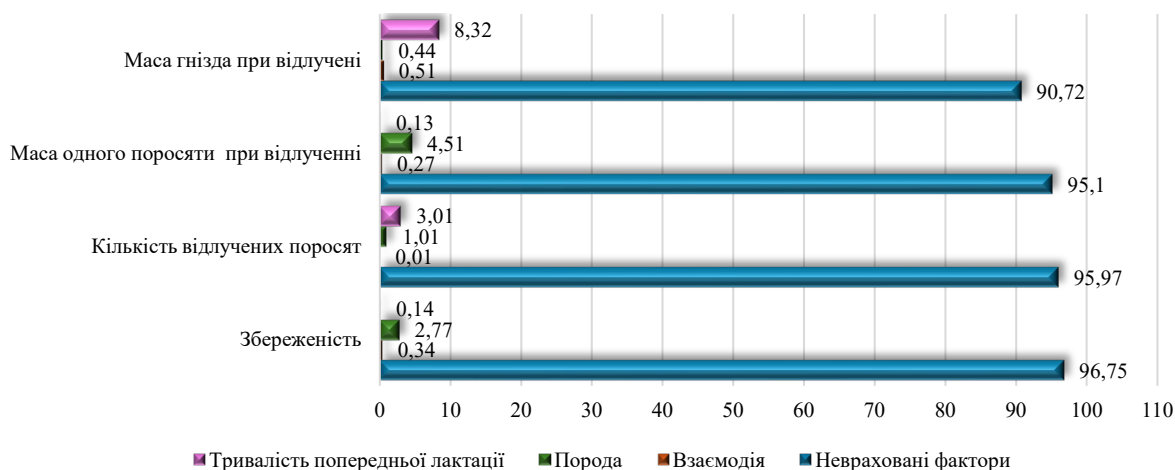


Рис. 2. Вплив породи та тривалості попередньої лактації на продуктивні ознаки свиноматок під час відлучення

Водночас тривалість попередньої лактації виявила помітний вплив на масу гнізда при відлученні з силою 8,32 % ($F_{\text{розн.}} = 6,97 > F_{\text{крит.}} = 3,97$) та незначний вплив на кількість відлучених поросят з силою 3,01 % ($F_{\text{розн.}} = 2,38 < F_{\text{крит.}} = 3,97$). Це свідчить про потенційну можливість використання цього чинника в управлінні продуктивністю свиноматок, особливо у період лактації, що передуює новому циклу відтворення.

Вплив породи був помірним лише для маси одного поросяти при відлученні (4,51 %) ($F_{\text{розн.}} = 3,60 < F_{\text{крит.}} = 3,97$), в інших випадках він залишався мінімальним і не мав вірогідності.

Взаємодія цих двох досліджуваних факторів не мала суттєвого впливу на досліджувані фактори.

Таким чином, встановлено, що тривалість попередньої лактації справляє більший вплив на продуктивні показники свиноматок при відлученні,

ніж породна належність. При дослідженні впливу фактору породи та тривалості попереднього підсисного періоду на величину розрахованих нами комплексних індексів відтворювальності якостей свиноматок, які представлені на графіку (рис. 3) видно, що порода свиноматок та тривалість їхньої

попередньої лактації мають дуже обмежений прямий вплив на величину розглянутих комплексних індексів відтворювальних ознак, тоді як більшість варіабельності пояснюється іншими, невідомими або неврахованими факторами.

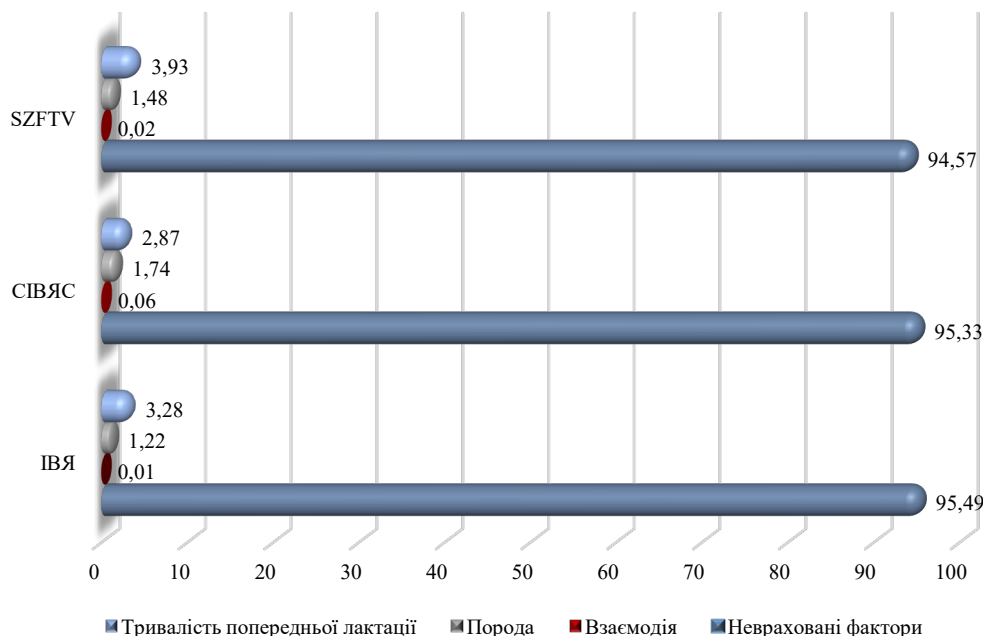


Рис. 3. Вплив породи та тривалості попередньої лактації на величину комплексних індексів відтворювальних ознак свиноматок

Загалом, для всіх трьох комплексних індексів відтворювальних ознак переважна більшість варіабельності (понад 94,5 %) пояснюється факторами, які не були враховані в даному аналізі. Вплив як породи, так і тривалості попередньої лактації на комплексні індекси є дуже незначним а їх взаємодії практично відсутній. Це підтверджує їхню низьку роль у загальній варіації.

Таким чином, хоча порода та тривалість попередньої лактації є важливими елементами управління свиноматками, їхній безпосередній внесок у варіабельність цих конкретних комплексних індексів є набагато меншим порівняно з іншими, не дослідженими факторами.

Отримані дані дослідження щодо переваги свиноматок ВБ породи порівняно з аналогами породи Л за загальною кількістю народжених поросят, багатоплідністю, масою гнізда при народженні та кількістю відлучених поросят, узгоджуються з результатами, наведеними у роботах Knecht et al., 2015 [7], Кремезя та ін., 2024 [11], а також Voshchenko & Povod, 2025 [10]. Натомість ці результати суперечать даним Kantanamalakul et al., 2007 [22], Tummaruk et al. (2010) [4], Thiengpimol et al., 2017 [6] і Бугая, 2025 [9], які вказують на перевагу свиноматок породи Л за показниками багатоплідності та маси гнізда при народженні.

Наші результати, згідно з якими свиноматки породи Л демонстрували кращу збереженість поросят, вищу масу одного поросяти та масу гнізда

при відлученні, узгоджуються з даними Кремезя та ін., 2024 [11], Voshchenko & Povod, 2025 [10]. Водночас вони суперечать результатам Бугай 2025 [9], який відзначає, що за показниками збереженості поросят до відлучення, середньою масою однієї голови та масою гнізда при відлученні, свиноматки породи Л поступалися аналогам ВБ породи.

Висновок про те, що тривалість попередньої лактації суттєво впливає на основні показники відтворювальної продуктивності свиноматок незалежно від породи, підтверджується даними Dewey et al., 1994 [23], Mabry et al., 1996 [24], Main et al., 2005 [25], Koketsu et al., 2017 [26], Nguyen & Sukon, 2023 [27], які вказують на позитивний вплив подовженого лактаційного періоду на репродуктивну здатність свиноматок.

Крім того, отримані нами дані щодо зростання загальної кількості народжених поросят, багатоплідності, маси гнізда при народженні, кількості поросят і маси гнізда при відлученні, а також середньодобових приростів підсисних поросят із подовженням тривалості лактаційного періоду, узгоджуються з результатами Xue et al., 1993 [28], Segura Correa et al., 2014 [3], Седіло та ін., 2017 [29], Швачки, 2022 [30], Nguyen & Sukon, 2025 [31].

Отже, вважаємо за доцільне продовжити дослідження продуктивності свиноматок вихідних материнських порід у чистопородному розведенні та вивчати вплив тривалості підсисного періоду на подальшу продуктивність відлученого молодняка.

Висновки

1. Встановлено перевагу свиноматок ВБ породи над аналогами породи Л за багатоплідністю, масою гнізда при народженні та кількістю відлучених поросят. Водночас, тварини породи Л мали переваги за масою одного поросяти та масою гнізда при відлученні.

2. Встановлено, що тривалість попередньої лактації суттєво впливає на основні показники відтворювальної продуктивності свиноматок незалежно від породи. Збільшення тривалості лактації зумовлює зростання кількості народжених поросят, багатоплідності, маси гнізда при народженні, кількості поросят та маси гнізда при відлученні, а також середньодобових приростів підсисних поросят.

3. Результатами дисперсійного аналізу встановлено силу впливу тривалості лактації на багатоплідність 34,7, 9,37 % – на масу гнізда при народженні та 8,32 % на масу гнізда при відлученні. Породи свиноматок мала статистично значущий вплив лише на багатоплідність 21,6 % та на масу гнізда поросят при народженні – 6,73 %, в інших випадках її вплив був незначним.

4. Визначено у свиноматок породи Л сильніші зв'язки між відтворювальними та продуктивними ознаками, що вказує на вищу генетичну мінливість і більший селекційний потенціал цієї породи. У той же час, у ВБ породи відзначено вищу стабільність збереження приплоду, що є важливою господарською характеристикою.

5. Встановлено, що тривалість попередньої лактації є потужнішим і більш керованим фактором впливу на відтворювальні якості свиноматок, ніж породна належність. Цей показник може ефективно використовуватись у системі управління репродуктивною здатністю тварин.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Banville, M., Riquet, J., Bahun, D., Sourdioux, M., & Canario, L. (2014). Genetic parameters for litter size, piglet growth and sow's early growth and body composition in the Chinese-European line Tai Zumu. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 132 (4), 328–337. <https://doi.org/10.1111/jbg.12122>
2. Putz, A. M., Tiezzi, F., Maltecca, C., Gray, K. A., & Knauer, M. T. (2015). Variance component estimates for alternative litter size traits in swine. *Journal of Animal Science*, 93 (11), 5153–5163. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9416>
3. Segura Correa, J. C., Herrera-Camacho, J., Pérez-Sánchez, R. E., & Gutiérrez-Vázquez, E. (2014). Effect of lactation length, weaning to service interval and farrowing to service interval on next litter size in a commercial pig farm in Mexico. *Livestock Research for Rural Development*, 26 (1), 12. Retrieved from: <http://www.lrrd.org/lrrd26/1/segu26012.html>
4. Granquist, E. G., Bårdsen, K., Bergström, K., & Stuenkel, S. (2010). Variant- and individual dependent nature of persistent *Anaplasma phagocytophilum* infection. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 52 (1). <https://doi.org/10.1186/1751-0147-52-25>
5. Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S., & Dalin, A.-M. (2000). Reproductive performance of purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows: II. Effect of mating type, weaning-to-first-service interval and lactation length. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 50 (3), 217–224. <https://doi.org/10.1080/090647000750014340>
6. Thiengpimol, P., Tappreang, S., & Onarun, P. (2017). Reproductive performance of purebred and crossbred Landrace and Large White sows raised under a Thai commercial swine herd. *Science & Technology Asia*, 22(2), 16–22. Retrieved from: <https://ph02.tcithaijo.org/index.php/SciTechAsia/article/view/90997>
7. Knecht, D., Śródoń, S., & Duziński, K. (2015). The impact of season, parity and breed on selected reproductive performance parameters of sows. *Archives Animal Breeding*, 58 (1), 49–56. <https://doi.org/10.5194/aab-58-49-2015>
8. Szostak, B., & Katsarov, V. (2013). Reproductive performance of Polish Large White and Polish Landrace sows. *Agricultural Science and Technology*, 5 (3), 272–275. Retrieved from: <https://agriscitech.eu/wp-content/uploads/2014/05/008-Reproductive-performance-of-Polish-Large-White-and-Polish-Landrace-sows.pdf>
9. Buhai, I. (2025). Reproductive capacity of Danish selection sows in Ukrainian conditions. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 114, 94–102. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2025.114.09>
10. Voshchenko, I., & Povod, M. (2025). The dynamics of changes in the productivity of maternal breeds of pigs of English breeding and the heritability of their reproductive traits in the conditions of Ukraine. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 8 (1), 27–37. <https://doi.org/10.32718/ujvas8-1.05>
11. Kremez, M. I., Povod, M. H., Zhelizniak, I. M., Shostia, H. M., Shpyrna, I. H., & Karunna, T. I. (2024). Productive qualities of sows of the great white and Landrace breeds of English origin during purebred breeding and crossing, and the appearance of various forms of heterosis when combining these breeds. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 3, 39–50. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.3.5>
12. Costa, E. P., Amaral Filha, W. S., Costa, A. H. A., Carvalho, F. F., Santos, A. K., & Silva, A. F. (2004). Influence of the lactation length in the subsequent litter size of sows. *Animal Reproduction*, 1 (1), 111–114. Retrieved from: <https://www.animal-reproduction.org/article/5b5a608cf7783717068b4813>
13. Gaustad-Aas, A. H., Hofmo, P. O., & Karlberg, K. (2004). The importance of farrowing to service interval in sows served during lactation or after shorter lactation than 28 days. *Animal Reproduction Science*, 81 (3–4), 287–293. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.09.007>
14. Koketsu, Y., & Dial, G. D. (1998). Interactions between the associations of parity, lactation length, and weaning-to-conception interval with subsequent litter size in swine herds using early weaning. *Preventive Veterinary Medicine*, 37 (1–4), 113–120. [https://doi.org/10.1016/s0167-5877\(98\)00103-2](https://doi.org/10.1016/s0167-5877(98)00103-2)
15. Smith, A., Stalder, K. J., Serenius, T., Baas, T. J., & Mabry, J. W. (2006). Effect of weaning age on nursery pig performance. *Iowa State University*. https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-869
16. Main, R. G., Dritz, S. S., Tokach, M. D., Goodband, R. D., & Nelssen, J. L. (2004). Increasing weaning age improves pig performance in a multisite production system. *Journal of Animal Science*, 82 (5), 1499–1507. <https://doi.org/10.2527/2004.8251499x>
17. Ladyka, V. I., Khmelnychiy, L. M., & Povod, M. H. (2023). *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktiv tvarynyntstva: pidruchnyk dlia aspirantiv. Oldi+* [in Ukrainian]
18. Ibatullin, I. I., Zhukorskyi, O. M., & Bashchenko, M. I. (2017). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzen u tvarynyntstvi*. Kyiv: Aharna nauka [in Ukrainian]
19. Tsereniuk, A. M., Khvatov, A. I., & Stryzhak, T. A. (2010). Otsinka efektyvnosti indeksiv materynskoï produktyvnosti svynei. *Zbirnyk Naukovykh Prats Vinnytskoho Natsionalnoho Ahramoho Universytetu. Seriya: Tvarynyntstvo*, 3 (42), 73–77. Retrieved from: <http://socrates.vsu.edu.ua/repository/getfile.php/6689.pdf> [in Ukrainian]
20. Radnóczy, L., Novozánszky, G., Baltay, M., Csóka, L., Eicher, J., & Fekete, B. (2017). *Ertés teljesítményvizsgálati kódex* (p. 39). Retrieved from: http://www.mfse.eu/modul/files/kdex_8_2017.pdf

21. Geraghty, M. A. (2018). *Inferential statistics and probability: A holistic approach*. Retrieved from: <https://www.professormo.com/holistic/HolisticStatisticsCurrent.pdf>
22. Kantanamalakul, C., Sopannarath, P., & Tumwasorn, S. (2011). Estimation of breed effects on litter traits at birth in Yorkshire and Landrace pigs. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 4 (2), 175–186. Retrieved from: <https://wjst.wu.ac.th/index.php/wjst/article/view/97>
23. Dewey, C. E., Wayne Martin, S., Friendship, R. M., & Wilson, M. R. (1994). The effects on litter size of previous lactation length and previous weaning-to-conception interval in Ontario swine. *Preventive Veterinary Medicine*, 18 (3), 213–223. [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(94\)90077-9](https://doi.org/10.1016/0167-5877(94)90077-9)
24. Mabry, J., Culbertson, M., & Reeves, D. (1996). Effects of lactation length on weaning-to-first-service interval, first-service farrowing rate, and subsequent litter size. *Swine Health and Production*, 4 (4), 185–188. Retrieved from: <https://www.aasv.org/shap/issues/v4n4/v4n4p185.pdf>
25. Main, R. G., Dritz, S. S., Goodband, R. D., Tokach, M. D., & Nelssen, J. L. (2005). Effects of weaning age on growing-pig costs and revenue in a multi-site production system. *Swine Health and Production*, 13 (4), 189–197. Retrieved from: <https://www.aasv.org/shap/issues/v13n4/v13n4p189.pdf>
26. Koketsu, Y., Tani, S., & Iida, R. (2017). Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management*, 3 (1). <https://doi.org/10.1186/s40813-016-0049-7>
27. Nguyen, H. N., & Sukon, P. (2023). Mutual relationship between litter size and weaning to first service interval in the sow. *International Journal of Veterinary Science*, 12 (4). <https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2023.043>
28. Xue, J. L., Dial, G. D., Marsh, W. E., Davies, P. R., & Momont, H. W. (1993). Influence of lactation length on sow productivity. *Livestock Production Science*, 34 (3–4), 253–265. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(93\)90111-t](https://doi.org/10.1016/0301-6226(93)90111-t)
29. Sedilo, H. S., Korniyenko, P. P., Malakhova, T. A., Krene-va, T. V., & Mamenko, A. M. (2017). Efektyvnist vyroshchuvannya porosiat za riznykh terminiv yikh vidluchennia. *Problemy Zoonzhenerii ta Veterynarnoi Medytsyny*, 33 (1), 129–134. [in Ukrainian]
30. Shvachka, R. P. (2022). Optymizatsiia tekhnolohii vyrobnyts-tva svynyny za riznykh terminiv vidluchennia porosiat vid svynomatok *PhD thesis*. Sumskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet Ministerstva osvity i nauky Ukrainy, Sumy [in Ukrainian]
31. Nguyen, H. N., & Sukon, P. (2025). Factors Associated with Weaning to Service Interval in the Sow. *International Journal of Veterinary Science*, 14 (3), 565 <https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2024.275>

ORCID

A. Shostya 
I. Shpima 

<https://orcid.org/0000-0002-1475-2364>

<https://orcid.org/0000-0002-2370-7047>



2025 by the author(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.

Optimization of the summer microclimate in pig housing using an evaporative cooling system and its effect on the physiological condition and productivity of pigs and pigletsA. Sadovyi¹ | V. Herasymchuk² | V. Lykhach¹ | S. Usenko³ | A. Shostia³ | L. Zlamanyuk¹ | L. Chepil¹ | L. Kuzmenko³ | N. Shcherbatiuk⁴ | O. Makhoviy³**Article info****Correspondence Author**

S. Usenko

E-mail:

svetlana.usenko@pdau.edu.ua

¹ National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Horikhuvatskyi shliakh Str., 19, Kyiv, 03041, Ukraine² Dnipro State Agrarian and Economic University, 25, Serhii Efremov Street, Dnipro, 49009, Ukraine³ Poltava State Agrarian University, Skovoroda Str., 1/3, Poltava, 36000, Ukraine⁴ Higher Educational Institution «Podillia State University», Shevchenko Str., 12, Kamianets-Podilskyi, 32316, Ukraine**Citation:** Sadovyi, A., Herasymchuk, V., Lykhach, V., Usenko, S., Shostia, A., Zlamanyuk, L., Chepil, L., Kuzmenko, L., Shcherbatiuk, N., & Makhoviy, O. (2025). Optimization of the microclimate of premises in the summer period using an evaporative cooling system and its effect on the physiological condition and productivity of pigs and piglets. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 157–166. doi: 10.31210/spi2025.28.03.24

The aim of the study was to determine the dependence of microclimate parameters in the farrowing house on the use of an evaporative cooling system during the hot season in central Ukraine and its effect on the physiological state, well-being, adaptive properties, reproductive performance of Danish sows, and the growth of their piglets. F1 sows of the Bridgers maternal line, inseminated with the semen of Danish Duroc boars, were used for the study. During farrowing and lactation, sows were housed in rooms with negative pressure ventilation provided by two exhaust fans and supply valves at the end of the section. In the control room, only negative ventilation was used without additional cooling, while in the experimental group, high-pressure nozzles were used to reduce the air temperature, spraying water mist over the supply valves. It was found that the use of an evaporative cooling system reduced the air temperature in the room by 3.1–4.5 °C (or 7–16 %) compared to a similar room without irrigation. At the same time, it led to an increase in relative humidity by 10.9–16.0 % and in air velocity by 0.02–0.05 m/s (or 13–19 %), which indicates a significant improvement in microclimate parameters in summer for keeping sows and piglets. The use of an evaporative cooling system in the pigsty significantly improved the physiological condition of sows. This was manifested in a decrease in the heat-humidity index, a decrease in skin temperature, and a significant decrease in respiratory rate, which contributed to a 15–16 % increase in feed intake and an 11.8 % reduction in live weight loss, and contributed to a 6–8 % increase in sow milk production, which indicates more favorable conditions for maintaining the body's energy balance and is a prerequisite for preserving the reproductive performance and high productivity of animals in subsequent cycles. It was found that the use of an evaporative cooling system reduced the proportion of stillborn piglets by 1.13 %, increased the average weight of a single piglet at weaning by 7.9 %, and increased the total weight of the litter by 9.3 %, contributed to an 8.0 % increase in the growth rate of suckling piglets, a 9.2 % improvement in absolute and 6.76 % relative gains, as well as a 10.9 % increase in absolute and 12.1 % increase in average daily gains of piglets in the litter, a 2.3–3.1 % increase in the complex indices of reproductive quality of sows. At the same time, feed conversion remained virtually unchanged, and the need for pre-starter feed for young animals decreased by 12–14 %. The results confirm the feasibility of using evaporative cooling systems in piggeries to increase productivity and improve animal welfare.

Keywords: sow, piglet, evaporative cooling, microclimate, welfare, physiological condition, live weight loss, growth rate, feed consumption, technology.**Оптимізація мікроклімату приміщень у літній період за допомогою системи випарного охолодження та його вплив на фізіологічний стан та продуктивність свиноматок і поросят**А. А. Садовий¹ | В. М. Герасимчук² | В. Я. Лихач¹ | С. О. Усенко³ | А. М. Шостя³ | Л. М. Зламанюк¹ | Л. В. Чепіль¹ | Л. М. Кузьменко³ | Н. В. Щербатюк⁴ | О. Г. Маховий³¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна² Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна³ Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна⁴ Подільський державний університет, м. Кам'янець-Подільський, Україна

Метою роботи є визначення залежності параметрів мікроклімату у цеху опоросу від використання системи випарного охолодження в спекотну пору року в умовах центральної частини України та його вплив на фізіологічний стан, благополуччя та адаптаційні властивості і відтворювальні якості свиноматок данського походження та ріст їх поросят. Для дослідження використовували свиноматок F₁ материнської лінії Bridgers, яких осіменяли спермою кнурів породи данський дюрок. Під час опоросу та лактації свиноматки контрольної та дослідної груп утримувалися в приміщенні з вентиляцією негативного тиску, що забезпечувалася двома витяжними вентиляторами та припливними клапанами на торцевій частині секції. У контрольному приміщенні використовували лише негативну вентиляцію без додаткового охолодження, тоді як у дослідній групі для зниження температури повітря застосовували форсунки високого тиску, що розпилювали водяний туман над припливними клапанами. Встановлено, що застосування системи випарного охолодження дало змогу знизити температуру повітря у приміщенні на 3,1–4,5 °C (або на 7–16 %) порівняно з аналогічним приміщенням без зрошування. Водночас воно призвело до підвищення на 10,9–16,0 % відносної вологості та на 0,02–0,05 м/с (або на 13–19 %) швидкості руху повітря, що свідчить про істотне покращення параметрів мікроклімату влітку для утримання свиноматок і поросят. Використання випарної системи зрошення повітря у свинарнику дозволило значно покращити фізіологічний стан свиноматок. Це проявлялося у зниженні тепловолісного індексу, зменшенні температури шкіри та істотному зниженні частоти дихання, що посприяло підвищенню інтенсивності споживання кормів свиноматками на 15–16 %, та на 11,8 % зменшенню втрати їх живої маси під час лактації та сприяло підвищенню на 6–8 % молочності свиноматок, що свідчить про більш сприятливі умови для підтримання енергетичного балансу організму, та є передумовою збереження репродуктивної здатності і високої продуктивності тварин у наступних циклах. Встановлено, що використання системи вентиляції з випарним зрошенням повітря забезпечило зменшення на 1,13 % частки мертворождалих поросят, підвищення на 7,9 % середньої маси одного поросят при відлученні та збільшення на 9,3 % загальної маси гнізда, посприяло підвищенню на 8,0 % інтенсивності росту підсисних поросят, покращенню на 9,2 % абсолютних та на 6,76 % відносних приростів, а також на 10,9 % абсолютних та на 12,1 % середньодобових приростів гнізда поросят, зростанню на 2,3–3,1 % комплексних індексів відтворювальної якості свиноматок. При цьому конверсія корму на приріст залишалася практично незмінною, а потреба у престартерних кормах для молодяку зменшилася на 12–14 %.

Ключові слова: свиноматка, поросят, випарне охолодження, мікроклімат, благополуччя, фізіологічний стан, втрати живої маси, інтенсивність росту, витрати корму, технологія.**Бібліографічний опис для цитування:** Садовий А. А., Герасимчук В. М., Лихач В. Я., Усенко С. О., Шостя А. М., Зламанюк Л. М., Чепіль Л. В., Кузьменко Л. М., Щербатюк Н. В., Маховий О. Г. Оптимізація мікроклімату приміщень у літній період за допомогою системи випарного охолодження та його вплив на фізіологічний стан та продуктивність свиноматок і поросят. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 157–166.

Вступ

Зміна кліматичних умов на планеті та пов'язане з нею збільшення спекотного періоду майже на всій території України останніми десятиліттями диктує необхідність модернізації тваринницьких приміщень. Як повідомляють Olczak et al. [29], Godyń et al. [15], тепловий стрес впливає на фізіологічний стан, імунітет і поведінку свиней, а також знижує їхню продуктивність, тому впровадження ефективних охолоджувальних технологій є ключовим заходом для мінімізації цих негативних наслідків. Беручи до уваги важливість благополуччя свиней, як вважають Dong et al. [11], Vitt et al. [46], Shah S. et al. [39], Mykhailov [53], Rieznichenko V. I. et al. [56] створення оптимальних мікрокліматичних умов у приміщеннях для їхнього утримання є вирішальним фактором, який забезпечує комфорт і здоров'я тварин. Як повідомляють Stender et al. [41], Watanabe et al. [47] такі умови також сприяють підтриманню стабільного рівня продуктивності свиней. Основними компонентами мікроклімату в приміщеннях для свиней на переконання Demchuk et al. [50] є температура повітря, відносна вологість, швидкість повітряного потоку, а також концентрація шкідливих газів і інших забруднювачів. З огляду на інтенсивний характер свинарства, як вважають Häussermann et al. [16], використання механічної вентиляції відіграє вирішальну роль у підтриманні термонеїтральної зони для свиней, особливо в літній період. Проте зростання температури довкілля, яке на думку Barbari et al. [2], Nienaber et al. [25], Cabezón et al. [9] набуває глобального характеру що, зумовлює необхідність упровадження нових методів та додаткових технологій для ефективного охолодження тварин у літній період. Тепловий стрес за повідомленнями Justino et al. [21], Godyń et al. [15], виступає одним із ключових чинників, що негативно позначається на здоров'ї та продуктивності тварин, особливо представників сучасних генетичних ліній.

Різні технологічні підходи до регулювання мікроклімату у свинарниках спрямовані на зниження теплового навантаження та покращення теплообміну організму тварин Nichols et al. [26], Dutertre et al. [12], Linden [23], Vitt et al. [46], Opderbeck et al. [28], Jeppsson et al. [19]. Як зазначають Vermeer & Noofs [44, 45], одні методи забезпечують охолодження повітря у приміщенні, інші – безпосереднє зниження температури поверхні тіла свиней. Значна частина таких рішень ґрунтується на використанні випаровування води, що реалізується через системи зрошення, туманоутворення, дощування, випарні подушки або крапельне охолодження Häussermann et al. [16], Godyń et al. [15]. Поряд із цим ефективними залишаються й підходи, які посилюють конвекційний та кондуктивний теплообмін Maskal et al. [24], Barbari et al. [2], Brandt et al. [8]. У практиці свинарства широке застосування мають технології збільшення швидкості руху повітря, зокрема зональне охолодження та тунельна вентиляція Stender et al. [41], Barbari et al. [2]. Для свиноматок у період поросності та лактації особливого значення набуває удосконалення кондуктивного теплообміну, яке реалізується за допомогою охолоджуваних

підлогових систем, здатних мінімізувати прояви теплового стресу [9, 24].

Фізіологічна температура тіла свиней варіює залежно від віку та функціонального стану: у поросят у спокої вона становить близько 39,5 °C, у тварин на відгодівлі – 39,3 °C, тоді як у свиноматок знижується до приблизно 38,3 °C [40]. Водночас середня температура шкіри тварин у термонеїтральній зоні тримається на рівні 33,5 °C, що може використовуватися як індикатор теплового стану організму [36].

Оскільки у свиней відсутні активні потові залози, основним механізмом відведення надлишкового тепла є посилене випаровування через дихальні шляхи [3, 5]. Дослідження De Bragança et al. [10], Quiniou & Noblet [30], а також Huynh et al. [17] показали, що у свиноматок під час лактації частота дихальних рухів істотно збільшується при перевищенні температури повітря понад 22,4 °C. Оптимальний температурний діапазон для цієї категорії тварин визначається в межах 16–22 °C. Автори також описали послідовність акліматизаційних реакцій: спочатку відбувається прискорення дихання та зростання співвідношення вода/корм, далі – зниження теплопродукції та споживання корму, і на завершальному етапі – підвищення ректальної температури.

Свиноматки, як зазначає Suriyasomboon et al. [42] мають слабо розвинені потові залози та, відповідно, обмежену здатність до тепловіддачі і є надзвичайно чутливими до перегрівання. Високі температури негативно позначаються на їхній відтворювальній здатності [1, 13, 51] та молочній продуктивності [32]. Встановлено, що свиноматки починають відчувати тепловий стрес після перевищення верхньої критичної межі термонеїтральної зони, яка залежно від генотипу становить близько 22 °C [4, 5, 6].

Подібні результати наведено й у роботі Mykhailov [53], де показано, що підвищення температури повітря на 1 °C вище 24 °C у період лактації призводить до зниження добового споживання корму на 1–2 кг, що безпосередньо зумовлює зменшення молокопродуктивності. Аналогічні дані наводять Silva et al. [38]: свиноматки, яких утримували в умовах охолодження при 20,8 °C, споживали в середньому 6,47 кг корму на добу проти 5,60 кг при температурі 26,9 °C. Це сприяло зростанню молочної продуктивності (10,20 проти 8,05 кг/добу) та збільшенню маси поросят під час відлучення (6,42 кг проти 5,30 кг). Додатково встановлено, що такі тварини були активнішими, частіше годували поросят, більше споживали води, рідше здійснювали сечовипускання, а їхня частота дихання, температура поверхні шкіри та ректальна температура залишалися нижчими.

У роботі Kiefer et al. [22] наведено результати з Центрально-Західного регіону Бразилії, де було встановлено що впродовж 21-денної лактації застосування туманізації як способу повітряного охолодження у секції для свиноматок дало змогу підвищити середньодобове споживання корму з 4,56 до 5,71 кг. Це призвело до скорочення втрати ваги на 6,68 %: замість середньої втрати 17,71 кг спостерігався приріст маси близько 80 г. Як наслідок, добове виробництво молока зросло з 7,98 до 9,20 кг, а маса гнізда поросят збільшилася на 2,03 кг на добу.

Результати, співставні з сучасними дослідженнями, отримували й раніше в інших кліматичних зонах. Наприклад, Johnston et al. [20] показали, що при комфортній температурі 17,7 °С середньодобовий приріст маси гнізда свиноматок становив 2,11 кг, тоді як у разі теплового навантаження при 27,1 °С він зменшувався до 1,74 кг. Quiniou & Noblet [30] зареєстрували приріст маси гнізда поросят 1,94 кг/добу за високої температури (29 °С) та 2,46 кг/добу при оптимальних умовах (18 °С). Подібні висновки зробили і Renaudeau et al. [32, 33], які відзначили, що за температури 20 °С приріст гнізда поросят складав 2,93 кг/добу, тоді як при 29 °С – лише 2,15 кг/добу. На вплив системи вентиляції на відтворювальні якості свиноматок вказують і вітчизняні вчені Zhyzhka [51], який повідомив що геотермальна вентиляція за рахунок оптимізації температурно-вологісного режиму забезпечила покращення збереженість поросят до відлучення на 1,11–1,94 %, їхньої кількості у гнізді на цей час – на 1,58–3,17 %, індивідуальної маса поросят при відлученні – на 2,87–9,83 % та маса всього гнізда – на 3,82–11,57 %. Тоді як за даними Mykhalko et al. [54], утримання свиноматок у маточниках із температурою, зниженою до термонейтральної, позитивно впливало на продуктивність. Зокрема, кількість поросят при відлученні була більшою на 0,70 голови (що становить +5,58 %), їхня збереженість підвищувалася на 4,49 %, а маса гнізда під час відлучення перевищувала показники на 2,91 кг (або 4,23 % порівняно з ровесниками, яких утримували в приміщеннях без охолодження повітря).

При оцінюванні теплового комфорту свиней ключовим показником є температура, хоча й відносна вологість також має важливе значення. Якщо раніше вважалося, що в межах термонейтральної зони цей фактор має другорядну роль, то зі зростанням температури його вплив помітно підсилюється [18, 46]. Саме тому Thom [43] було запропоновано індекси, які враховують поєднаний вплив температури та вологості повітря. Найпоширенішим серед них для визначення теплового стресу є температурно-вологісний індекс (ТНІ). За даними NWSCR [27], у США перевищення значення ТНІ понад 75 вказує на можливість розвитку теплового стресу. Діапазон 79–83 оцінюється як небезпечний для свиней, а показники понад 84 – як надзвичайно критичний. Водночас для свиноматок у центральній та східній Європі порогові значення ТНІ ще не встановлені й потребують додаткових досліджень [48].

Мета дослідження

Метою досліджень було визначення залежності параметрів мікроклімату у свинарнику для опоросу та лактації свиноматок від використання системи випарного охолодження в спекотну пору року в умовах центральної частини України та його вплив на фізіологічний стан, благополуччя та адаптаційні властивості, відтворювальні ознаки свиноматок данського походження та ріст їх поросят.

Матеріали і методи

Для вивчення впливу систем охолодження повітря на параметри мікроклімату та пов'язані з ними зміни продуктивних ознак свиней у липні-серпні 2025 року у виробничих умовах індустріального свиногокомплексу ТОВ «Агроінд» (м. Підгороднє, Дніпропетровська область) було за принципом груп-аналогів сформовано три групи свиноматок, які протягом періоду поросності утримувалися в однакових умовах дрібними групами по 8–10 голів із використанням системи годівлі «Біофікс». Для дослідження використовували свиноматок F₁ материнської лінії Bridgers які були отримані шляхом схрещування порід велика біла та ландрас данської селекції, а осіменіння здійснювалося спермою кнурів породи данський дюрк. Дослідження проводили у два повтори в період максимальних літніх температур, що характерний для липня-серпня. Для підвищення достовірності результатів у кожному досліді відбирали по 40 свиноматок, сформованих за принципом груп-аналогів відповідно до схеми дослідів (*табл. 1*).

Таблиця 1

Схема порівняння систем вентиляції

Показник	Група та її призначення	
	I контрольна	II дослідна
Кількість свиноматок у групі, гол.	40	40
Система вентиляції під час поросності	негативного тиску з боковими стінними клапанами та витяжними вентиляторами	
Система охолодження повітря під час поросності	випарна система туманоутворення	
Система вентиляції в підсисний період	негативного тиску з боковими стінними клапанами та двома витяжними вентиляторами	
Система охолодження повітря під час лактації	без додаткового охолодження	система туманоутворення

Під час опоросу та лактації свиноматки обох груп утримувалися в приміщенні з вентиляцією негативного тиску (*рис. 1*), яка забезпечувалася двома витяжними вентиляторами та припливними клапанами, розташованими на торцевій частині секції на висоті 2,4 м.

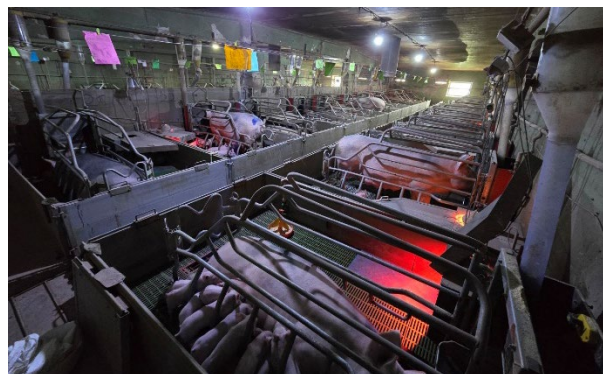


Рис. 1. Секція для утримання піддослідних свиноматок 1 та 2 груп

Кожна секція для опоросу налічувала 40 станків, розташованих у чотири ряди з двома технологічними проходами. Розмір станка для опоросу становив $1,8 \times 2,4$ м. У центрі станка змонтоване ярмо для фіксації свиноматки, під яким розміщувалася чавунна ґратчаста підлога. Решта площі станка була обладнана полімерною ґратчастою підлогою.

У фронтальній частині станка розташовувалася годівниця для свиноматки, автоматична поїлка для напування та брудер для утримання підсисних поросят. Для контактного підігріву поросят брудер було оснащено підігрівальним килимком та інфрачервоною лампою. У тильній частині станка знаходилася мисочкова поїлка для поросят та знімна годівниця для їх підгодовлі.

Годівля свиноматок обох груп була повноцінною та збалансованою, здійснювалася сухими кормами власного виробництва, складеними за рецептурою для підсисних свиноматок. Транспортування корму виконувалося за допомогою ланцюгово-шайбового транспортера, а його дозування – за допомогою об'ємних дозаторів. Для зменшення втрат корму та забезпечення можливості його вживання протягом доби застосовувалися також дозатори безперервної дії фірми І-Тек.

Для свиноматок контрольної групи використовувалася вентиляція негативного типу без додаткового охолодження повітря. У приміщенні де утримувались свиноматки другої (дослідної) групи для зниження температури повітря застосовували форсунки високого тиску, які забезпечували розпилення водяного туману, над припливними клапани. Управління системою туманоутворення було інтегровано з блоком керування системою вентиляції та здійснювалося за принципом «30 секунд увімкнено – 30 секунд вимкнено». Крім того, система була оснащена датчиком вологості повітря, який блокував її включення при перевищенні встановленого порогового значення відносної вологості.

Впродовж усього досліді у піддослідних секціях здійснювався періодичний моніторинг мікрокліматичних умов за допомогою сертифікованого обладнання. Температура в зоні лігва кожного станка та температура шкіри свиноматки визначалася у контрольних точках із використанням інфрачервоного пірометра Testo 805. Показники температури повітря та швидкості його руху реєструвалися термоанемометром Testo 425, а вологість повітря вимірювалася термогігрометром Testo 605. Заміри проводилися на висоті: 20 см (рівень дихальних шляхів поросят) та 70 см (рівень дихальних шляхів свиноматки). Контроль мікрокліматичних параметрів здійснювався двічі на тиждень – у вівторок і четвер, тричі на день: о 7 : 00, 14 : 00 та 21 : 00.

Заміри проводилися по діагоналі секції, у двох крайніх та двох центральних станках кожної секції в цих же станках вимірювалася частота дихальних рухів свиноматки в двох повторях.

За результатами вимірювання температури та вологості в приміщенні було розраховано температурно вологісний індекс (ТНІ) відповідно до рекомендацій Thom [43] за формулою:

$$\text{ТНІ} = (0,8 \times T) + ((\text{RH} / 100) \times (T - 14,4)) + 46,4$$

Де: T – температура повітря на рівні дихальних шляхів свиноматки $^{\circ}\text{C}$;

RH – відносна вологість на рівні дихальних шляхів свиноматки, %.

Його градацію визначали згідно з NWSCR [27], як значення нижче 75 вказує на термонеутральні умови утримання, вище цього значення на ризик теплового стресу, показники 79–83 вважається небезпечним для свиней, а понад 84 – дуже небезпечними.

У ході проведеного експерименту репродуктивну ефективність свиноматок вивчали за допомогою методичних підходів, описаних у Ladyka et al. [52]. Після кожного опоросу в гніздах свиноматок фіксували загальну чисельність новонароджених, окремо зазначаючи кількість живонароджених поросят. Додатково здійснювали зважування всього приплоду з метою визначення сумарної маси гнізда. На основі отриманих показників обчислювали такі основні характеристики відтворення, як багатоплідність та середня маса новонароджених поросят. Після завершення лактації реєстрували число поросят, які дожили до відлучення, і визначали їхній відсоток збереженості. Зважування гнізда дозволяли встановити його масу на час відлучення та, відповідно, розрахувати середню живу масу одного поросяти.

Для більш повної кількісної оцінки відтворних показників свиноматок за різних систем зниження температури в приміщенні використовували кілька спеціалізованих індексів. Одним із них був індекс відтворних якостей (ІВЯ), розроблений Лашем і Мольмом та адаптований Березовським [52]. Він розраховувався за рівнянням:

$$\text{ІВЯ} = A + 2B + 35\sigma,$$

де A – число живих поросят при народженні (гол.), B – кількість відлучених поросят (гол.), а σ – середньодобовий приріст живої маси від народження до відлучення (кг).

Також застосовували селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок (СІВЯС), представлений Tsereniuk et al. [55]. Він визначався за формулою:

$$\text{СІВЯС} = 6X_1 + 9,34 (X_2/X_3),$$

де X_1 – багатоплідність (гол.), X_2 – маса гнізда поросят при відлученні (кг), X_3 – тривалість підсисного періоду (діб), а 6 та 9,34 – відповідні коефіцієнти.

Крім цього, було застосовано інтегральний SZFTV-індекс [31], який комплексно характеризує як відтворювальну здатність, так і швидкість росту потомства. Його розрахунок здійснювався за формулою:

$$\text{SZFTV} = 100 + 5 (n_0 + n_f + (W_f / 10) - i),$$

де n_0 позначає багатоплідність (гол.), n_f – кількість поросят при відлученні (гол.), W_f – маса поросят при

відлученні (кг), а і – скореговане середнє значення за породою (стандарт).

Наприкінці експериментального періоду добову молочну продуктивність свиноматок визначали за рівнянням, запропонованим Ferreira et al. [14]:

Молочна продуктивність (кг/день) = $[(4,27 \times \text{приріст маси поросят за період, кг}) \times \text{кількість поросят}] / \text{кількість днів лактації}$.

Отримані експериментальні дані обробляли методами біометричного аналізу з використанням MS Excel 2016. Статистичну вірогідність відмінностей між показниками визначали за допомогою t-критерію

Стьюдента, використовуючи рівні значущості: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Результати та їх обговорення

У ході дослідження встановлено, що зовнішні параметри мікроклімату були однаковими для обох груп: температура повітря становила 28,3 °С, відносна вологість – 48,7 % (табл. 2), що свідчить про зіставні кліматичні умови для оцінки ефективності різних систем підтримання мікроклімату.

Таблиця 2

Показники мікроклімату в приміщеннях з різною системою зниження температури

Показник	Група свиноматок		Вимоги ВНТП-АПК-08.05
	I контрольна	II дослідна	
Температура повітря зовні приміщення, °С:	28,3±0,57	28,3±0,57	–
Відносна вологість повітря зовні приміщення, %	48,7±0,79	48,7±0,79	–
Температура повітря у приміщенні на рівні 160 см, °С:	28,7±0,64	24,3±0,53***	19–24
Температура повітря у приміщенні на рівні 70 см, °С	28,9±0,61	24,4±0,52***	18–22
Температура повітря під брудером поросят на рівні 20 см, °С	31,6±0,46	28,5±0,52***	22–30
Температура лігва поросят, °С	32,4±0,29	29,8±0,37***	28–35
Температура лігва свиноматки, °С	27,4±0,63	25,3±0,42**	–
Швидкість руху повітря в станку свиноматки на висоті 70 см, м/с	0,36±0,019	0,41±0,024	1,00
Швидкість руху повітря в станку свиноматки на висоті 20 см, м/с	0,26±0,011	0,31±0,016*	0,4
Швидкість руху повітря в під брудером на висоті 20 см, м/с	0,15±0,007	0,17±0,009	0,15
Відносна вологість повітря на рівні 70 см, %	52,7±2,19	68,7±1,59***	40–70
Відносна вологість повітря на рівні 20 см, %	53,4±2,07	68,9±1,73***	40–70
Відносна вологість повітря під брудером поросят на рівні 20 см, %	49,4±1,29	60,3±1,31	40–70

Примітки: тут і надалі * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ – вірогідність різниці з контрольною групою.

Водночас внутрішні параметри мікроклімату суттєво відрізнялися між групами за умови використання різних систем його підтримання. Так, у приміщенні з випарним охолодженням температура повітря на висоті 160 см становила 24,3 °С, що на 4,4 °С або 15,3 % ($p < 0,001$) було нижче, ніж у контрольному приміщенні, де цей показник дорівнював 28,7 °С. На рівні дихальних шляхів свиноматки (70 см над підлогою) температура знизилася на 4,5 °С або 15,6 % ($p < 0,001$) порівняно з контролем. Під кришкою брудера для поросят, завдяки впливу додаткового підігрівального килимка, температура знизилася лише на 3,1 °С або 9,8 % ($p < 0,001$).

Температура лігва поросят залишалася в межах, рекомендованих ВНТП-АПК-08.05 «Свинарські комплекси. Ветеринарно-санітарні правила проектування» (2005) та компанії Bridgers. У дослідному приміщенні вона становила 29,8 °С, що на 2,6 °С або 8,0 % ($p < 0,001$) менше, ніж у контролі (32,4 °С). Подібна тенденція відмічена і для лігва свиноматок – температура у дослідному приміщенні дорівнювала 25,3 °С, що на 2,1 °С або 7,7 % ($p < 0,01$) нижче контрольних значень.

Застосування випарного охолодження сприяло підвищенню вологості повітря та одночасно призвело до збільшення швидкості його руху через активацію системи вентиляції, оснащеної датчиками вологості. При цьому показники залишалися в межах, допустимих ВНТП-АПК-08.05 (2005) та рекомендацій компанії Bridgers. Так, на рівні 70 см швидкість руху повітря становила 0,41 м/с, що на 0,05 м/с або 13,9 % перевищувало контроль. На висоті 20 см цей показник також зріс на 0,05 м/с ($p < 0,05$), що становило 19,2 %

у відносному вираженні, хоча його абсолютне значення залишалось невисоким завдяки обмежувальному впливу перегородок станків. Під брудером різниця складала лише 0,02 м/с або 13,3 %, що також відповідало нормативам і не створювало ризику протягів.

Водночас система випарного охолодження зумовила суттєве підвищення відносної вологості, яка у дослідному приміщенні наближалася до верхньої межі, регламентованої ВНТП-АПК-08.05 (2005) та рекомендаціями Bridgers. На рівні дихальних шляхів свиноматки цей показник досягав 68,7 %, що на 16,0 % або 30,4 відсотних % ($p < 0,001$) перевищувало контроль. На висоті дихальних шляхів поросят вологість також була вищою на 15,5 % або 29,0 відсотних % ($p < 0,001$). Під брудером, попри нагрівання лігва, відносна вологість зросла до 60,3 %, що на 10,9 % або 22,1 % ($p < 0,001$) перевищувало контроль.

Таким чином, застосування системи випарного охолодження дало змогу знизити температуру повітря у приміщенні на 3,1–4,5 °С (або на 7–16 %) порівняно з аналогічним приміщенням без зрошування, а також підвищити відносну вологість на 10,9–16,0 % та швидкість руху повітря на 0,02–0,05 м/с (або на 13–19 %). Це свідчить про істотне покращення параметрів мікроклімату влітку для утримання свиноматок і поросят.

Аналіз фізіологічних показників свиноматок наведений в табл. 3 засвідчив суттєвий вплив системи вентиляції та зрошування повітря на їхній тепловий стан. У контрольній групі, де застосовувалась звичайна вентиляція без зрошення повітря,

тепловологісний індекс (ТНІ) досягав 77,16 балів, що перевищує порогові значення комфортності для свиней і свідчить про наявність теплового стресу. У дослідній групі зі встановленою випарною системою зрошення цей показник був знижений до 72,79 балів, тобто на 4,37 бала (5,7 %), що вказує на зменшення теплового навантаження на організм тварин.

Таблиця 3

Показники фізіологічного стану свиноматок за різної системи терморегуляції в приміщенні

Показник	Група свиноматок	
	I контрольна	II дослідна
Тепловологісний індекс, балів	77,16	72,79
Температура шкіри свиноматки, °C	37,4±0,11	36,9±0,16*
Частота дихання, разів	68,4±3,11	46,1±2,16***

Це посприяло зниженню температура шкіри свиноматок у дослідному приміщенні на 0,5 °C або 1,3 % ($p<0,05$), 36,9°C проти 37,4 °C у контролі, що демонструє ефективність системи випарного зрошення у запобіганні перегріванню.

Найбільш виражені відмінності виявлені у частоті дихання свиноматок. У контрольному приміщенні

цей показник становив 68,4 разів/хв, тоді як у дослідному за рахунок зниження температури повітря в зоні життєдіяльності свиноматки він сягав лише 46,1 разів/хв, що на 22,3 рази/хв або 32,6 % менше ($p<0,001$). Це свідчить про зниження рівня теплового стресу, оскільки інтенсивність дихання є одним із ключових механізмів терморегуляції у свиней.

Таким чином, використання випарної системи зрошення повітря у свинарнику дозволило значно покращити фізіологічний стан свиноматок. Це проявлялося у зниженні тепловологісного індексу, зменшенні температури шкіри та істотному зниженні частоти дихання, що підтверджує ефективність цієї технології для підтримання оптимального мікроклімату в умовах високих температур.

Результати дослідження свідчать про суттєвий вплив застосування випарного зрошення повітря на споживання кормів свиноматками у період лактації (табл. 4). Оптимізація температурного середовища свиноматок призвела до покращення апетиту, що підвищило середньодобове споживання корму з 6,56 кг до 7,54 кг, тобто на 0,98 кг або 14,9 %. У перерахунку на одну тварину впродовж лактації споживання корму зросло з 181,06 кг до 210,37 кг, що становить приріст на 16,2 %.

Таблиця 4

Витрати кормів підсисними свиноматками і поросятами

Показник	Група свиноматок	
	I контрольна	II дослідна
Спожито корму групою свиноматок за період лактації, кг	7242,2	8414,6
Спожито корму на одну свиноматку за період лактації, кг	181,06	210,37
Середньодобове споживання корму свиноматкою, кг	6,56	7,54
Кількість корму спожитого свиноматкою в розрахунку на 1 відлучене поросля, кг	13,23	15,17
Кількість спожитого корму на 1 кг приросту поросят, кг	2,95	3,06
Кількість спожитого корму на виділений 1 л молока, кг	20,75	22,06
Спожито престартерних кормів на одне поросля, кг	1,32	1,14
Спожито престартерних кормів на гніздо поросят, кг	18,07	15,81

Відповідно, загальні витрати корму групою свиноматок, які утримувалися у приміщенні з системою випарного охолодження, склали 8414,6 кг, що на 1172,4 кг (16,2 %) перевищує показник контрольної групи (7242,2 кг).

Покращення апетиту та середньодобового споживання корму спричинило підвищення витрат корму на продукцію у дослідній групі. Так, кількість корму, спожитого на одне відлучене поросля, склала 15,17 кг, що на 1,94 кг (14,7 %) більше, ніж у контрольній групі (13,23 кг). Подібна тенденція спостерігалася і за показником витрат корму на 1 л продукowanego молока – 22,06 кг проти 20,75 кг, що відповідає збільшенню на 6,3 %. Водночас конверсія корму на 1 кг приросту поросят залишалася майже незмінною – 3,06 кг у дослідній групі проти 2,95 кг у контрольній, різниця становила лише 3,7 %, що вказує на стабільність цього показника.

За рахунок вищої молочності свиноматок у групі з охолодженням повітря відзначалося зниження споживання престартерних кормів поросятами. Зокрема, на одне поросля було використано 1,14 кг, що на 0,18 кг (13,6 %) менше порівняно з контрольною групою

(1,32 кг). За цієї ж причини, враховуючи майже однакову кількість поросят у гніздах свиноматок обох груп, витрати престартерних кормів на гніздо також зменшилися з 18,07 кг до 15,81 кг, тобто на 2,26 кг (12,5 %). Це свідчить про більш високу молочність свиноматок у дослідній групі спричинену оптимізацією температурного режиму та кращу забезпеченість поросят поживними речовинами за рахунок молока.

Таким чином, застосування випарного зрошення повітря сприяло підвищенню інтенсивності споживання кормів свиноматками на 15–16 %, що позитивно вплинуло на рівень молочності та забезпечення поросят поживними речовинами. При цьому конверсія корму на приріст залишалася практично незмінною, а потреба у престартерних кормах для молодняку зменшилася на 12–14 %. Отримані результати підтверджують доцільність використання системи випарного охолодження у свинарниках з метою підвищення продуктивності та поліпшення умов утримання тварин.

Застосування системи вентиляції з випарним зрошенням повітря позитивно вплинуло на

молочність свиноматок та їх фізіологічний стан у період лактації (табл. 5).

Таблиця 5

Продуктування свиноматкою молока та втрата маси під час лактації

Показник	Група свиноматок	
	I контрольна	II дослідна
Середньодобове виділення молока, кг	12,94	13,67
Виділення молока за лактацію, кг	357,17	381,41
Виділено молока на 1 відлучене поросят, кг	25,49	27,50
Виділено молока на 1 кг приросту поросят, кг	5,69	5,55
Маса свиноматки на другу добу після опоросу, кг	256	261
Маса свиноматки в день відлучення поросят, кг	227,8	254,7
Втрата маси тіла свиноматки під час лактації, кг	28,2	6,3
Втрата маси свиноматки під час лактації, %	11,02	2,41

У дослідній групі за рахунок оптимізації температурного режиму в приміщенні та покращення їх благополуччя середньодобове виділення молока становило 13,67 кг, що на 0,73 кг (5,6 %) перевищує показник контрольної групи (12,94 кг). Відповідно, сумарна кількість молока за період лактації зросла з 357,17 кг у контрольній групі до 381,41 кг у дослідній, що становить приріст на 24,24 кг (6,8 %). У перерахунку

на одне відлучене поросят молочність у тварин дослідної групи була вищою на 2,01 кг (7,9 %), а кількість молока, виділеного на 1 кг приросту поросят, залишалася практично незмінною – 5,55 кг у дослідній групі проти 5,69 кг у контрольній.

Важливим є вплив мікроклімату на фізіологічний стан свиноматок. Маса тварин на другу добу після опоросу була приблизно однаковою в обох групах (256 кг у контрольній та 261 кг у дослідній). Проте на момент відлучення поросят маса свиноматок із системою охолодження становила 254,7 кг, що на 26,9 кг (11,8 %) більше порівняно з контрольною групою (227,8 кг). Відповідно, втрата маси тіла свиноматок у період лактації у контрольній групі склала 28,2 кг (11,02 %), тоді як у дослідній лише 6,3 кг (2,41 %), тобто зменшилася більш ніж у 4,5 раза.

Таким чином, використання системи вентиляції з випарним зрошенням повітря сприяло підвищенню молочності свиноматок на 6–8 % та різко зменшило втрати їх живої маси під час лактації – на 77,7 % у порівнянні з контрольною групою. Це свідчить про більш сприятливі умови для підтримання енергетичного балансу організму, що є передумовою збереження репродуктивної здатності та високої продуктивності тварин у наступних циклах.

Результати дослідження свідчать, що використання системи вентиляції з випарним зрошенням повітря позитивно позначилося на продуктивних показниках свиноматок порівняно з утриманням у приміщеннях без зрошення (табл. 6).

Таблиця 6

Продуктивність свиноматок

Показник	Група свиноматок	
	I контрольна	II дослідна
Кількість свиноматок в групі при постановці на дослід, гол	40	40
Середній репродуктивний цикл, опоросів	3,9±0,11	3,6±0,21
Всього народжених поросят, гол.	16,29±0,361	16,35±0,297
В тому числі мертвонароджених, гол.	1,27±0,011***	1,09±0,013
Частка мертвонароджених поросят, %	7,8	6,7
Багатоплідність, гол.	15,02±0,278	15,26±0,249
Маса гнізда поросят при народженні, кг	20,4±0,520	20,6±0,403
Великоплідність, кг	1,36±0,036	1,35±0,042
Кількість поросят на свиноматку при відлученні, гол.	13,69±0,291	13,87±0,197
Збереженість поросят в підсисний період, %	91,15±0,963	90,89±1,071
Маса 1 голови при відлученні, кг	5,97±0,113	6,44±0,093***
Маса гнізда поросят при відлученні, кг	81,7±2,07	89,3±1,34**

Так загальна кількість народжених поросят практично не відрізнялася між групами (16,35 проти 16,29 голови), однак у дослідній групі спостерігалось зниження кількості мертвонароджених (1,09 проти 1,27 голови), що відповідало зменшенню їх частки з 7,8 до 6,7 % ($p<0,001$). Це вказує на позитивний вплив поліпшеного мікроклімату на перебіг опоросу.

За багатоплідністю свиноматок які утримувались у приміщенні із вентиляцією зі зрошенням спостерігалась тенденція до незначного збільшення (15,26 проти 15,02 голови у контролі), а маса гнізда при народженні практично не відрізнялася (20,6 проти 20,4 кг). Великоплідність залишалася стабільною в обох групах (1,35–1,36 кг на поросят). Разом з тим, більш істотні переваги виявлено в показниках

розвитку поросят у підсисний період. Так, середня маса одного поросят на момент відлучення у дослідній групі була значно більшою – 6,44 кг проти 5,97 кг, що забезпечило приріст на 0,47 кг або 7,9 % ($p<0,001$). Відповідно, маса гнізда поросят при відлученні також істотно зросла у свиноматок із вентиляцією зі зрошенням і становила 89,3 кг проти 81,7 кг у контролі, що перевищувало показник контрольної групи на 7,6 кг, або 9,3 % ($p<0,01$).

Водночас кількість відлучених поросят на одну свиноматку не мала суттєвої різниці. Так у дослідній групі вона становила 13,87 проти 13,69 у контрольній, тобто на 0,18 голови більше. Збереженість молодяку залишалася майже однаковою (90,9 проти 91,2 %)

Таким чином, використання системи вентиляції з випарним зрошенням повітря забезпечило зменшення на 1,13 % частки мертвонароджених поросят, підвищення на 7,9 % середньої маси одного поросяти при відлученні та збільшення на 9,3 % загальної маси гнізда, що підтверджує високу ефективність цього способу поліпшення мікроклімату у свинарниках.

За результатами дослідження інтенсивності росту підсисних поросят та рівня комплексних індексів що утримувалась без системи вентиляції та зрошення, та з застосовувались система зрошення наведено в **таблиці 7**.

Таблиця 7

Інтенсивність росту підсисних поросят та рівень комплексних індексів

Показник	Група свиноматок	
	I контрольна	II дослідна
Тривалість лактації, діб	27,6±0,135	27,9±0,121
Абсолютний приріст гнізда поросят, кг	61,3±1,99	68,7±1,24***
Абсолютний приріст одного поросяти, кг	4,88±0,110	5,33±0,092***
Середньодобовий приріст гнізда поросят кг	2,22±0,056	2,46±0,034***
Середньодобовий приріст однієї голови, г	176,8±5,26	191,0±4,71*
Відносний приріст одного поросяти, %	136,0±2,17	141,6±1,56*
ІВЯ, балів	48,6	49,7
СІВЯС, балів	117,8	121,5
SZFTV, балів	189,41	195,31

Абсолютний приріст гнізда поросят у дослідній групі досягав 68,7 кг, що на 12,0 % перевищувало показник контрольної групи (61,3 кг) ($p<0,001$). Аналогічно, абсолютний приріст одного поросяти був вищим у дослідній групі – 5,33 кг проти 4,88 кг у контрольній, що відповідає зростанню на 9,3 % ($p<0,001$). Середньодобовий приріст гнізда поросяти у дослідній групі становив відповідно 2,46 кг що на 0,24 кг або на 10,9 % ($p<0,001$) перевищувало контрольні показники поросят які утримувались у приміщенні без оптимізації температурного режиму. Водночас середньодобові прирости одного поросяти в дослідному приміщенні становили 191,0 г, що на та 8,1 % або 14,3 г ($p<0,05$) більше ніж у контрольному свинарнику. Відносний приріст одного поросяти також був вищим у дослідній групі і становив 141,6 % проти 136,0 у контрольній, що відображає підвищення на 4,1 % ($p<0,05$).

Комплексні індекси, що характеризують загальний рівень продуктивності та здоров'я поросят, також демонстрували позитивну динаміку. Індекс відтворювальної продуктивності свиноматок (ІВЯ) у дослідній групі досягав 49,7 балів проти 48,6 балів у контрольній (+2,3 %), селекційний індекс відтворювальної продуктивності свиноматок (СІВЯС) зріс з 117,8 до 121,5 балів (+3,1 %), а загальний показник SZFTV підвищився з 189,41 до 195,31 балів (+3,1 %).

Таким чином, впровадження системи вентиляції у поєднанні зі зрошенням сприяло підвищенню на 8,0 % інтенсивності росту підсисних поросят, покращенню на 9,2 % абсолютних та на 6,76 % відносних приростів, а також на 10,9 % абсолютних та на 12,1 %

середньодобових прирості гнізда поросят та зростанню на 2,3-3,1 % комплексних індексів відтворювальної якості свиноматок.

Наші висновки щодо застосування системи випарного охолодження показали, що вона дозволяє знизити температуру повітря у приміщенні на 3,1–4,5 °C (або на 7–16 %) порівняно з аналогічними приміщеннями без зрошування. Ці результати співпадають з повідомленнями Häussermann et al. [16], Godyń et al. [15], Vermeer & Hoofs [44, 45], Justino et al. [21], а також Romanini et al. [35], які відзначали зниження температури повітря в межах 2–5 °C при використанні системи туманоутворення у поєднанні з вентиляцією негативного тиску.

Наші дані підтверджують, що така система охолодження позитивно впливає на благополуччя свиноматок, що узгоджується з результатами досліджень De Bragança et al. [10], Quiniou & Noblet [30], Huynh et al. [18], Romanini et al. [35], Schmidt et al. [37] та Sapkota et al. [36]. Ці автори відзначали зниження частоти дихання та температури шкіри свиноматок при забезпеченні термонеїтральних умов.

У наших дослідженнях система оптимізації мікроклімату дозволила знизити тепловолігнісний індекс на 4,37 одиниці до 72,79 балів, що відповідає зоні теплового комфорту свиноматок, тоді як вентиляція без охолодження не забезпечувала комфортних умов. Подібні результати наведені у Wegner et al. [48], Botto et al. (2014) [7], NWSCR [27], Vermeer & Hoofs. [44, 45].

Створення термонеїтральних умов у наших дослідженнях призвело до підвищення споживання корму на 0,98 кг на добу, що узгоджується з результатами Kiefer et al. [22], Mykhailov [53] та Silva et al. [38], які повідомляли про зростання середньодобового споживання корму від 0,67 до 1,36 кг на добу.

Більш комфортні умови утримання сприяли покращенню утворення молока та молоковіддачі свиноматок. У наших дослідженнях цей показник зріс на 0,73 кг, що співпадає з даними Kiefer et al. [22] (+1,22 кг) та Silva et al. [38] (+2,15 кг).

Покращені умови утримання свиноматок і поросят, що підвищували споживання корму та продукцію молока, сприяли інтенсивнішому росту поросят. У наших дослідженнях це проявилось у збільшенні середньої маси одного поросяти при відлученні на 7,9 % та загальної маси гнізда на 9,3 %, абсолютних приростів – на 9,2 %, відносних приростів – на 6,76 %, а також абсолютних і середньодобових приростів гнізда – на 10,9 % та 12,1 % відповідно. Ці результати узгоджуються з даними Zhyzhka [51], який відзначав покращення збереженості поросят до відлучення на 1,11–1,94 %, їхньої кількості у гнізді – на 1,58–3,17 %, індивідуальної маси – на 2,87–9,83 %, а маси всього гнізда – на 3,82–11,57 %. За даними Mykhalko et al. [54], кількість поросят при відлученні зростала на 0,70 голови (+5,58 %), збереженість – на 4,49 %, а маса гнізда перевищувала контроль на 2,91 кг (+4,23 %). Kiefer et al. [22] повідомляли про збільшення маси гнізда на 2,03 кг на добу. Johnston et al. [20] показали, що при температурі 17,7 °C середньодобовий приріст маси гнізда становив

2,11 кг, а при 27,1 °C – лише 1,74 кг. Quiniou & Noblet [30] зареєстрували приріст 2,46 кг/добу при оптимальній температурі (18 °C) і 1,94 кг/добу за високої температури (29 °C). Renaudeau et al. [33, 34] відзначали 2,93 кг/добу при 20 °C і 2,15 кг/добу при 29 °C. Схожі дані наведені Edwards et al. [13], Almond & Bilkei [1] та Silva et al. [38].

Отримані результати свідчать про ефективність застосування системи випарного охолодження у свинарниках. Використання таких технологій не лише підвищує продуктивність свиноматок і приріст поросят, але й істотно покращує їхній добробут, забезпечуючи оптимальні температурно-вологісні умови та зменшуючи стресові навантаження. Це підкреслює доцільність впровадження випарного охолодження як інтегрованого заходу в сучасних свинарських господарствах для забезпечення ефективного росту та здоров'я тварин. Вважаємо, що дослідження в даному напрямку варто продовжити та оцінити економічну доцільність таких технологій.

Висновки

Система випарного охолодження у свинарнику ефективно покращує мікроклімат, знижуючи температуру та підвищуючи вологість і рух повітря, що зменшує тепловий стрес свиноматок. Це сприяє підвищенню споживання корму, зниженню втрат живої маси та збільшенню молочності.

Використання системи сприяє зменшенню частки мертворождалих поросят, підвищенню їх маси при відлученні, інтенсивності росту та комплексних показників відтворювальної якості свиноматок. Тоді як конверсія корму залишається стабільною, а потреба у прерастерних кормах для поросят зменшується.

Отримані результати підтверджують доцільність впровадження випарного охолодження для підвищення продуктивності та благополуччя тварин.

Перспективи подальших досліджень. Наступні експерименти доцільно спрямувати на порівняння ефективності різних систем охолодження свиноматок і поросят у поєднанні з різними типами вентиляції, а також на оцінку результативності застосування вентиляції з негативним тиском та випарного охолодження в різні пори року.

Конфлікт інтересів

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

References

- Almond, P., & Bilkei, G. (2005). Seasonal infertility in large pig production units in an Eastern-European climate. *Australian Veterinary Journal*, 83 (6), 344–346. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2005.tb15627.x>
- Barbari, M., Bianchi, M., & Sorbetti Guerri, F. (2012). Preliminary analysis of different cooling systems of sows in farrowing room. *Journal of Agricultural Engineering*, 38 (1). <https://doi.org/10.4081/jae.2007.1.53>
- Baumgard, L. H., & Rhoads, R. P. (2013). Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1 (1), 311–337. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-031412-103644>
- Bianca, W. (1976). The significance of meteorology in animal production. *International Journal of Biometeorology*, 20 (2), 139–156. <https://doi.org/10.1007/bf01553047>
- Black, J. L., Mullan, B. P., Lorsch, M. L., & Giles, L. R. (1993). Lactation in the sow during heat stress. *Livestock Production Science*, 35 (1–2), 153–170. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(93\)90188-n](https://doi.org/10.1016/0301-6226(93)90188-n)
- Bloemhof, S., Mathur, P. K., Knol, E. F., & van der Waaij, E. H. (2013). Effect of daily environmental temperature on farrowing rate and total born in dam line sows. *Journal of Animal Science*, 91 (6), 2667–2679. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5902>
- Botto, L., Lendelová, J., Strmeňová, A., & Reichstädterová, T. (2014). The effect of evaporative cooling on climatic parameters in a stable for sows. *Research in Agricultural Engineering*, 60 (Special Issue), S85–S91. <https://doi.org/10.17221/40/2013-rae>
- Brandt, P., Grønvig, M., Rong, L., Zhang, G., Gautam, K. R., Kristensen, J. K., & Bjerg, B. (2022). The effect of floor cooling on respiration rate and distribution of pigs in the pen. *Livestock Science*, 257, 104832. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104832>
- Cabezón, F. A., Schinckel, A. P., & Stwalley III, R. M. (2017). Thermal capacity of hog-cooling pad. *Applied Engineering in Agriculture*, 33 (6), 891–899. <https://doi.org/10.13031/aea.12333>
- Messias de Bragança, M., Mounier, A. M., & Prunier, A. (1998). Does feed restriction mimic the effects of increased ambient temperature in lactating sows? *Journal of Animal Science*, 76 (8), 2017. <https://doi.org/10.2527/1998.7682017x>
- Dong, H., Tao, X., Lin, J., Li, Y., & Xin H. (2001). Comparative evaluation of cooling systems for farrowing sows. *Applied Engineering in Agriculture*, 17 (1), 91–96. <https://doi.org/10.13031/2013.1930>
- Dutertre, C., Massabie, P., Ginestet, S., & Granier, R. (1998). Effects of evaporative cooling on pig house ambience and on fattening pig growth performance. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 30, 337–342.
- Edwards, R. L., Omtvedt, I. T., Tuesman, E. J., Stephens, D. F., & Mahoney, G. W. A. (1968). Reproductive performance of gilts following heat stress prior to breeding and in early gestation. *Journal of Animal Science*, 27 (6), 1634. <https://doi.org/10.2527/jas1968.2761634x>
- Ferreira, A. S., Costa, P. M. A., Pereira, J. A. A., & Gomes, J. C. (1988). Estimativas de Produção de Leite de Porca. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 17, 203–211.
- Godyń, D., Herbut, P., Angrecka, S., & Corrêa Vieira, F. M. (2020). Use of different cooling methods in pig facilities to alleviate the effects of heat stress – A review. *Animals*, 10 (9), 1459. <https://doi.org/10.3390/ani10091459>
- Haeussermann, A., Hartung, E., Jungbluth, T., Vranken, E., Aerts, J.-M., & Berckmans, D. (2007). Cooling effects and evaporation characteristics of fogging systems in an experimental piggery. *Biosystems Engineering*, 97 (3), 395–405. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2007.03.019>
- Huynh, T. T. T., Aamink, A. J. A., Verstegen, M. W. A., Gerrits, W. J. J., Heetkamp, M. J. W., Kemp, B., & Canh, T. T. (2005). Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. *Journal of Animal Science*, 83 (6), 1385–1396. <https://doi.org/10.2527/2005.8361385x>
- Huynh, T. T. T. (2005). Heat stress in growing pigs. *PhD thesis*. Wageningen University, Wageningen, Netherlands. Retrieved from: <https://edepot.wur.nl/121639>
- Jeppsson, K.-H., Olsson, A.-C., & Nasirahmadi, A. (2021). Increased air velocity in the lying area improves pen hygiene and reduces ammonia emissions from houses with partly slatted pens for growing/finishing pigs. *Livestock Science*, 251, 104607. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104607>
- Johnston, L. J., Ellis, M., Libal, G. W., Mayrose, V. B., & Weldon, W. C. (1999). Effect of room temperature and dietary amino acid concentration on performance of lactating sows. NCR-89 Committee on Swine Management. *Journal of Animal Science*, 77 (7), 1638. <https://doi.org/10.2527/1999.7771638x>
- Justino, E., Nääs, I. de A., Carvalho, T. M. R., Neves, D. P., & Salgado, D. D. (2014). The impact of evaporative cooling on the thermoregulation and sensible heat loss of sows during farrowing. *Engenharia Agrícola*, 34 (6), 1050–1061. <https://doi.org/10.1590/s0100-69162014000600003>

22. Kiefer, C., Martins, L. P., & Fantini, C. C. (2012). Evaporative cooling for lactating sows under high ambient temperature. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41 (5), 1180–1185. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982012000500015>
23. Stinn, J. P., & Xin, H. (2014). Performance of evaporative cooling pads on a swine farm in central Iowa. *Iowa State University*. https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-1214
24. Maskal, J., Cabezon, F. A., Schinckel, A. P., Marchant-Forde, J. N., Johnson, J. S., & Stwalley, R. M. (2018). Evaluation of floor cooling on lactating sows under mild and moderate heat stress. *The Professional Animal Scientist*, 34 (1), 84–94. <https://doi.org/10.15232/pas.2017-01661>
25. Nienaber, J. A., & Brown Brandl, T. M. (2009) Heat stress effects on growing-finishing swine. *Proceedings of the 25th Annual Carolina Swine Nutrition Conference* (10 November 2009). (pp. 25–35). Raleigh, NC, USA.
26. Nichols, D. A., Ames, D. R., & Hines, R. H. (1979). Evaporative cooling systems for swine. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 10, 6–9. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.6057>
27. National Oceanic and Atmospheric Administration. NWSCR. (1976) *Livestock Hot Weather Stress. Operations Manual Letter C-31-76*. Department of Commerce, NOAA. Kansas City, MO: National Weather Service Central Region
28. Opderbeck, S., Keßler, B., Gordillio, W., Schrade, H., Piepho, H.-P., & Gallmann, E. (2020). Influence of a cooled, solid lying area on the pen fouling and lying behavior of fattening pigs. *Agriculture*, 10 (7), 307. <https://doi.org/10.3390/agriculture10070307>
29. Olczak, K., Nowicki, J., & Kloczek, C. (2015). Pig behaviour in relation to weather conditions – a review. *Annals of Animal Science*, 15 (3), 601–610. <https://doi.org/10.1515/aas-2015-0024>
30. Quiniou, N., & Noblet, J. (1999). Influence of high ambient temperatures on performance of multiparous lactating sows. *Journal of Animal Science*, 77 (8), 2124. <https://doi.org/10.2527/1999.7782124x>
31. Radnóczy, L., Novozánszky, G., Baltay, M., Csóka, L., Eicher, J., & Fekete, B. (2017). *Szertés Teljesítményvizsgáló Kódex*. Budapest. Retrieved from: http://www.mfse.eu/modul/files/kdex_8_2017.pdf
32. Renaudeau, D., & Noblet, J. (2001). Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets. *Journal of Animal Science*, 79 (6), 1540. <https://doi.org/10.2527/2001.7961540x>
33. Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., de Basilio, V., Gourdiere, J. L., & Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6 (5), 707–728. <https://doi.org/10.1017/s1751731111002448>
34. Renaudeau, D., Quiniou, N., & Noblet, J. (2001). Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on performance of multiparous lactating sows. *Journal of Animal Science*, 79 (5), 1240. <https://doi.org/10.2527/2001.7951240x>
35. Romanini, C. E. B., Tolon, Y. B., Nääs, I. de A., & Moura, D. J. de. (2008). Physiological and productive responses of environmental control on housed sows. *Scientia Agricola*, 65 (4), 335–339. <https://doi.org/10.1590/s0103-90162008000400002>
36. Sapkota, A., Herr, A., Johnson, J. S., & Lay, D. C. (2016). Core body temperature does not cool down with skin surface temperature during recovery at room temperature after acute heat stress exposure. *Livestock Science*, 191, 143–147. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.07.010>
37. Schmidt, M., Lahrmann, K.-H., Ammon, C., Berg, W., Schon, P., & Hoffmann, G. (2013). Assessment of body temperature in sows by two infrared thermography methods at various body surface locations. *Journal of Swine Health and Production*, 21 (4), 203–209. <https://doi.org/10.54846/jshap/771>
38. Silva, B. A. N., Oliveira, R. F. M., Donzele, J. L., Fernandes, H. C., Abreu, M. L. T., Noblet, J., & Nunes, C. G. V. (2006). Effect of floor cooling on performance of lactating sows during summer. *Livestock Science*, 105 (1–3), 176–184. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.06.007>
39. Shah, S. B., Lentz, Z. A., van Heugten, E., Currin, R. D., & Singletary, I. (2017). Tempering ventilation air in a swine finishing barn with a low-cost earth-to-water heat exchanger. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 9 (2). <https://doi.org/10.1063/1.4979359>
40. Soerensen, D. D., & Pedersen, L. J. (2015). Infrared skin temperature measurements for monitoring health in pigs: a review. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57 (1). <https://doi.org/10.1186/s13028-015-0094-2>
41. Stender, D. R., Harmon, J. D., Weiss, J. D., & Cox, D. (2003). Comparison of different styles of swine finishing facilities within a uniform production system. *Applied Engineering in Agriculture*, 19 (1). <https://doi.org/10.13031/2013.12734>
42. Suriyasomboon, A., Lundeheim, N., Kunavongkrit, A., & Einarsson, S. (2006). Effect of temperature and humidity on reproductive performance of crossbred sows in Thailand. *Theriogenology*, 65 (3), 606–628. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.06.005>
43. Thom, E. C. (1959). The discomfort index. *Weatherwise*, 12 (2), 57–61. <https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>
44. Vermeer, H. M., & Aarnink, A. J. A. (2023). *Review on heat stress in pigs on farm*. EURCAW-Pigs Retrieved from: <https://edepot.wur.nl/587090>
45. Vermeer, H. M., & Hoofs, A. I. J. (2024). *Review on cooling technologies for pigs*. EURCAW-Pigs. Retrieved from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10805965>
46. Vitt, R., Weber, L., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S. J., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Piringer, M., Anders, I., Andre, K., Hennig-Pauka, I., Schönhart, M., & Schaubberger, G. (2017). Modelled performance of energy saving air treatment devices to mitigate heat stress for confined livestock buildings in Central Europe. *Biosystems Engineering*, 164, 85–97. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.013>
47. Watanabe, P. H., Azevedo, T. A., Silva, M. A. do N., Oliveira, N. M., Gomes, T. R., Andrade, T. S., & Barbosa Filho, J. A. D. (2019). Cooling ventilation at farrowing for sows from first to third parturition. *Comunicata Scientiae*, 9 (4), 556–564. <https://doi.org/10.14295/cs.v9i4.1098>
48. Wegner, K., Lambertz, C., Das, G., Reiner, G., & Gauly, M. (2014). Climatic effects on sow fertility and piglet survival under influence of a moderate climate. *Animal*, 8 (9), 1526–1533. <https://doi.org/10.1017/s1751731114001219>
49. Yousef, M. K. (1985). *Stress Physiology in Livestock*. Boca Raton, FL: CRC Press.
50. Demchuk, M. V., Vysotskyi, A. O., & Bozhyk, L. Ya. (2009). Sanitarno-higienichniy kontrol dynamiky pokaznykiv mikroklimatu svynarstva-matochynka v umovakh svynofarmy NNTTs «Komarnivskyi». *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 2 (41), 58–63. [in Ukrainian]
51. Zhyzhka, S. V. (2021). Optymizatsiya tekhniko-tekhnologichnykh umov utrymannia svynei irlandskoi selektsii v umovakh promyslovoi tekhnologii. *PhD thesis*. Sumy [in Ukrainian]
52. Ladyka, V. I., Khmelnychiy, L. M., & Povod, M. H. (2023). *Tekhnologii vyrobnystva i pererobky produktii tvarynnystva: pidruchnyk dlia aspirantiv*. Oldi+ [in Ukrainian]
53. Mykhailov, V. V. (2024). Systema ventilyatsii «Ekzatom» v svynarskykh hospodarstvakh – okhologzhennia. *Svynokompleksy. Daidzhest Hazeta*. Retrieved from: <https://vymikhailov.com/tpost/kcmi6ccfp1-sistema-ventilyats-ekzatom-v-svynarskikh> [in Ukrainian]
54. Mykhalko, O., Povod, M., Verbelchuk, T., Verbelchuk, S., Sherbina, O., Mironenko, O., & Ulyanko, S. (2022). Productivity of sows and growth of piglets during the use of different indoor microclimate systems. *Tekhnologiya Virobnictva i Pererobky Produktiv Tvarinnictva*, 1 (170), 65–74. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2022-170-1-65-74>
55. Tsereniuk, A. M., Khvatov, A. I., & Stryzhak, T. A. (2010). Evaluation of the effectiveness of maternal productivity indices of pigs. *Zbirnyk naukovykh Prats Vinnytskoho Natsionalnoho Ahrarynoho Universytetu. Seriya: Tvarynnystvo*, 3 (42), 73–77. [in Ukrainian]
56. Reznichenko, V. I., & Lykhach, V. Ya. (2023). Influence of the type of local heating and its energy saving on the productivity and behaviour of suckling pigs. *Taurian Scientific Herald*, 134, 305–314. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.39>

ORCID

A. Sadovyi	https://orcid.org/0009-0001-2608-4033
V. Herasymchuk	https://orcid.org/0009-0009-8815-3039
V. Lykhach	https://orcid.org/0000-0002-9150-6730
S. Usenko	https://orcid.org/0000-0001-9263-5625
A. Shostya	https://orcid.org/0000-0002-1475-2364
L. Zlamanyuk	https://orcid.org/0000-0003-3323-4658
L. Chepil	https://orcid.org/0000-0002-2889-5446
L. Kuzmenko	https://orcid.org/0000-0002-1776-0714
N. Shcherbatiuk	https://orcid.org/0000-0003-0877-4329
O. Makhovyi	https://orcid.org/0009-0006-2044-484X



2025 by the author(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.

The quality of milk and cheese from goats of Ukrainian and Lithuanian breeding

Y. Karban  | A. Shostia

Article info

Correspondence Author

Y. Karban

E-mail:

yuliia.karban@pdau.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine**Citation:** Karban, Y., & Shostia, A. (2025). The quality of milk and cheese from goats of Ukrainian and Lithuanian breeding. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 167–174. doi: 10.31210/spi2025.28.03.25

The results of comparative studies of milk and soft cheese qualitative parameters made from milk raw products of Ukrainian and Lithuanian selection goats were elucidated. The impact of breeds' genetic peculiarities and rearing conditions on physical and chemical composition as well as organoleptic characteristics of milk and cheese was found. Two groups 5 animals in each of English-Nubian and Alpine breeds aged 2.5–3 years were used in the experiment. Milk indicators were studied (fat, protein, dry defatted residue, and density) as well as physical and chemical parameters of cheeses made according to the typical technological maps. The organoleptic analysis was conducted according to ISO 8586:2012 with attracting tasters. It was found that milk qualitative characteristics considerably differed depending on the area of animals' rearing. A reliably higher fat content (5.50 % in English-Nubian and 4.74 % in Alpine breeds against 5.0 and 3.80 % in corresponding Ukrainian groups) was registered in goats of Lithuanian origin, which exceeded the control by 8.9–24.7 % ($p < 0.01$). Protein content in the milk of Lithuanian goats also had the tendency to higher values (6.1–11.8 %). However, the goats of Ukrainian breeding demonstrated higher productivity as to the average daily milk yield (up to 2,3 kg), as well as the stable indicators of density and dry defatted residue, which shows their better adaptability to rearing conditions. According to the study results of cheeses, it was revealed that the samples of Lithuanian origin were characterized by higher nutritive value: protein content was higher by 12.6 % ($p < 0.001$), higher fat content in dry matter – by 9.4 % ($p < 0.05$), and caloric value reached 462 kcal/100 g against 436 kcal in the samples of Ukrainian production. The organoleptic assessment revealed considerable differences of sensory profile: the Ukrainian cheeses had more expressed sour and bitter taste (25.7 and 25.6 %, respectively), as well as softer consistency; the Lithuanian cheeses were distinguished by taste balancing and denser structure. The studies have shown that the milk and cheese from goats of different origin are characterized by specific advantages: the Ukrainian breeds are distinguished by higher milk yields and more stable composition, whereas the Lithuanian breeds provide products having higher nutritive value. The results confirm an important role of breeding and environmental factors in the formation of goats' dairy products quality.

Keywords: goats, milk, soft cheese, physical and chemical properties, organoleptic analysis, English-Nubian breed, Alpine breed, Ukraine, Lithuania.

Якість молока і сиру від кіз української та литовської селекції

Ю. В. Карбан | А. М. Шостя

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Висвітлено результати порівняльних досліджень якісних параметрів молока та м'якого сиру, виготовленого з молочної сировини кіз української і литовської селекції. Встановлено, вплив генетичних особливостей порід і умов вирощування на фізико-хімічний склад та органолептичні характеристики молока та м'якого сиру. У досліді використано дві групи по 5 тварин англо-нубійської та альпійської порід у віці 2,5–3 роки. Досліджували показники молока (жир, білок, сухий знежирений залишок, щільність), а також фізико-хімічні параметри сирів, виготовлених за типовими технологічними картами. Органолептичний аналіз проводився за ISO 8586:2012 із залученням дегустаторів. Встановлено, що якісні характеристики молока істотно відрізнялися залежно від ареалу утримання тварин. У кіз литовського походження відмічено достовірно більший вміст жиру (5,5 % у англо-нубійських та 4,7 % у альпійських проти 5,05 і 3,8 % у відповідних українських груп), що перевищувало контроль на 8,9–24,7 % ($p < 0,01$). Вміст білка у литовських кіз також мав тенденцію до вищих значень (6,1–11,8 %). При цьому кози української селекції демонстрували вищу продуктивність за середньодобовим надоем (до 2,30 кг), стабільні показники щільності та сухого знежиреного залишку, що свідчить про їхню кращу адаптованість до умов утримання. За результатами дослідження сирів з'ясовано, що зразки литовського походження характеризувалися підвищеною поживною цінністю: вміст білка був більшим на 12,6 % ($p < 0,001$), жиру в сухій речовині – на 9,4 % ($p < 0,05$), а калорійність сягала 462 ккал/100 г проти 436 ккал у зразках українського виробництва. Органолептична оцінка виявила суттєві відмінності сенсорного профілю: українські сири мали більш виражений кислий та гіркуватий присмак (25,7 та 25,6 % відповідно), а також м'якшу консистенцію; литовські – відзначалися збалансованістю смаку й щільнішою структурою. Дослідження показали, що молоко та сир кіз різного походження характеризуються специфічними перевагами: українські породи вирізняються більшими надоями та стабільнішим складом, тоді як литовські забезпечують продукцію з підвищеною харчовою цінністю. Результати підтверджують важливу роль селекційних і екологічних факторів у формуванні якості молочної продукції кіз.

Ключові слова: кози, молоко, м'який сир, фізико-хімічні властивості, органолептичний аналіз, англо-нубійська порода, альпійська порода, Україна, Литва.

Бібліографічний опис для цитування: Карбан Ю. В., Шостя А. М. Якість молока і сиру від кіз української та литовської селекції. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 167–174.

Вступ

На тлі сучасних вимог до підвищення ефективності ведення галузі тваринництва та забезпечення населення харчовими продуктами з високими біологічними властивостями, дослідження якісних характеристик молочної продукції від кіз різного походження набуває особливої наукової ваги. Саме козине молоко, завдяки своїй біохімічній структурі, характеризується добрим засвоєнням, високим вмістом біоактивних компонентів і широкими можливостями використання в технологіях переробки, зокрема у виробництві сирів [1–13].

Якість молока та готової продукції значною мірою визначається породними особливостями тварин, умовами їх утримання, годівлі, а також регіональними природно-кліматичними чинниками. Тому порівняння показників якості молочної сировини від кіз порід та ареалу розведення дозволяє більш глибоко оцінити їхню продуктивну цінність і перспективність використання в молокопереробній промисловості [3, 8]. Водночас у країнах Європейського Союзу, зокрема в Литві, впроваджено уніфіковані системи контролю якості, що дає змогу використовувати їх як умовний еталон для зіставлення з вітчизняними показниками.

Зростання попиту на козине молоко та продукти його переробки обумовлюється не лише високим рівнем їх харчової та біологічної цінності, а й вираженими дієтичними властивостями, що зумовлює перспективність розвитку галузі козівництва в контексті глобальної продовольчої безпеки. У сучасних наукових дослідженнях ця підгалузь тваринництва розглядається як один із ключових напрямів формування ринку функціональних харчових продуктів із високою доданою вартістю. У зв'язку з цим особливого значення набуває комплексна оцінка якісних характеристик молока та сиру, зумовлених породними відмінностями кіз та регіональними природно-кліматичними чинниками їх утримання [14–21].

Мета дослідження

Метою дослідження є порівняльний аналіз основних якісних характеристик молока та сиру, виготовлених із сировини кіз української і литовської селекції, для виявлення їх потенціалу для подальшого використання у виробництві високоякісної молочної продукції.

Матеріали і методи

Дослідження проведено в умовах вищого навчального закладу Kauno kolegija, Литва та експертному центру «Milk Lokal Product» на базі Полтавського державного аграрного університету, Україна. Для експерименту, були сформовані 2 групи кіз: перша – 5 голів тварин англо-нубійської, друга – 5 голів тварин альпійської порід. Оцінку показників молочної продуктивності проводили у тварин віком 2,5–3 роки у осінній період.

Молочну продуктивність оцінювали на основі результатів щомісячного контрольного доїння. Якісні показники молока — вміст жиру, білка, сухого знежиреного молочного залишку (СОМО) та щільність — визначали у зразках, відібраних від груп тварин, за допомогою аналізатора молока «Лактан 1–4». Відбір проб здійснювали на дев'ятому місяці лактації кіз.

Для дослідження сиру було відібране молоко від кіз різних порід. Отримання м'якого сиру проводили за відповідними технологічними картами.

У процесі досліджень визначили фізико – хімічні показники м'якого сиру, такі як: масова частка жиру в сухій речовині кислотним методом (ДСТУ ISO 488:2007) [22]; масова частка вологи проводили методом висушуванням наважки за температури $(102 \pm 2)^\circ\text{C}$ (ДСТУ 8552:2015) [23]; масова частка кухонної солі – для визначення використовували кондуктометричний метод (ДСТУ 4558:2006) [24]; масова частка білка – методом Дюма (ДСТУ 8063:2015) [25].

Оцінювання органолептичних властивостей м'якого козиного сиру, виготовленого з молока від кіз українського та литовського ареалу, в умовах вищого навчального закладу Kauno kolegija, Литва. До участі в дослідженні було залучено 33 респонденти з відповідною підготовкою, яким запропонували здійснити сліпу дегустацію зразків за п'ятибальною шкалою, відповідно до міжнародного стандарту ISO 8586:2012 [26].

Під час аналізу враховували комплекс органолептичних показників, зокрема колір, запах, текстуру та смакові характеристики. Визначали вираженість білих та жовтих відтінків, інтенсивність кислих, молочних та гірких нот, а також структурно-механічні властивості (твердість, розчинність, жування, після смак).

Цифровий матеріал був опрацьований за допомогою програми Excel, а вірогідність різниці між показниками визначали за допомогою t-критерію Стьюдента.

Результати та їх обговорення

Отримані експериментальні дані свідчать, що фізико-хімічні властивості молока кіз альпійської та англо-нубійської порід достовірно варіюють залежно від умов регіону вирощування – Литви або України. Аналіз осінніх показників свідчить про те, що географічне середовище, кліматичні умови, рівень годівлі, технологія утримання та адаптивні особливості тварин справляють комплексний вплив на якісні параметри молочної сировини (*табл. 1*).

У тварин литовської селекції, встановлено достовірно вищий вміст жиру в молоці. Зокрема, у кіз англо-нубійської породи він становив 5,5%, що достовірно перевищувало аналогічний показник у тварин з українського ареалу на 8,9 % ($p < 0,01$). У кіз альпійської породи (литовського походження) також спостерігається значуща перевага, яка становить 24,7 % ($p < 0,01$). Така різниця зумовлена, поєднанням генетичного потенціалу та впливу зовнішніх чинників, включаючи кліматичні умови і якість кормової бази.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники козиного молока від кіз окремих порід різного походження $M \pm m$ ($n=5$)

Показники	Литовські породи кіз		Українські породи кіз	
	середньодобовий надій 1,20 кг молока	середньодобовий надій 1,60 кг молока	середньодобовий надій 1,92 кг молока	середньодобовий надій 2,30 кг молока
	англо-нубійська (1)	Альпійська (1)	англо-нубійська (2)	Альпійська (2)
Жир, %	5,50±0,03**	4,74±0,14**	5,05±0,09	3,80±0,18
Щільність, %	27,92±0,15	27,52±0,27	27,32±0,81	27,88±0,13
Білок, %	3,50±0,01	3,12±0,06	3,13±0,19	2,94±0,20
Сомо, %	8,62±0,07	8,38±0,07	8,52±0,19	8,35±0,03

Примітки: ** – $p < 0,01$ – порівняно із козами української селекції; (1) – литовські породи, (2) – українські породи, де українські породи це контрольна група.

Виявлено тенденцію до переваги молока литовських тварин, за білковим складом, хоча статистично достовірних відмінностей не встановлено. Так, у кіз англо-нубійської породи вміст білка становив 3,5 %, що на 11,8 % вище за відповідний показник у тварин українського походження. У альпійських кіз, вирощених у Литві, білок у молоці становив 3,1 % проти 2,9 %, що відповідає 6,1 % приросту.

Виявлено, що кількість сухого знежиреного молочного залишку (СОМО) у дослідних групах перебувала в межах нормативної стабільності та істотно не відрізнялися. У тварин, вирощених у Литві, цей показник коливався в межах 8,3–8,6 % (альпійці та англо-нубійці), тоді як у кіз, утримуваних в Україні, він становив відповідно 8,3–8,5 %.

Показник щільності молока, який може слугувати непрямим маркером якості і стабільності його складу у кіз альпійської породи українського ареалу був вищим за дане значення у литовських кіз даної породи на 1,3 %, тоді як англо-нубійці поступався на 2,2 %. Хоча відмінності не досягли статистичної значущості, вони свідчать про вищу структурно-функціональну цілісність молока українського походження, що має практичну цінність для тривалого зберігання та подальшої її переробки.

Окремо слід наголосити на важливих позитивних особливостях молока кіз, вирощених в Україні. Зокрема, незважаючи на дещо нижчий вміст жиру, саме українські тварини демонстрували стабільніші

показники щільності та СОМО, а також вищі середньодобові надой, що було зафіксовано у попередніх дослідженнях [22]. Зазначені встановлені особливості свідчать про високий рівень адаптації тварин до місцевих умов, стабільність їх продуктивності та універсальність у господарському використанні – як для товарного виробництва молока, так і для індивідуального споживання.

Комплексний порівняльний аналіз якісних характеристик м'якого козиного сиру із молока кіз англо-нубійської та альпійської порід, дозволив виявити достовірні відмінності у вмісті основних нутрієнтів, що обумовлені як регіональними технологічними особливостями, так і породною їх приналежністю.

Встановлено, що масова частка вологи в сирі, виготовленого з молока англо-нубійських кіз литовського походження, перевищувала відповідний показник в українських тварин на 2,4 %, що свідчить про вірогідно м'якшу консистенцію продукту та потенційно інші властивості щодо структури білково-жирового матриксу. У сирі з молока альпійських кіз виявлено зворотну тенденцію: масова частка вологи у зразках українського виробництва була на 2,6 % вищою порівняно з литовськими, що може бути наслідком відмінностей у технологічних режимах коагуляції, температурній обробці та тривалості зберігання (рис. 1).

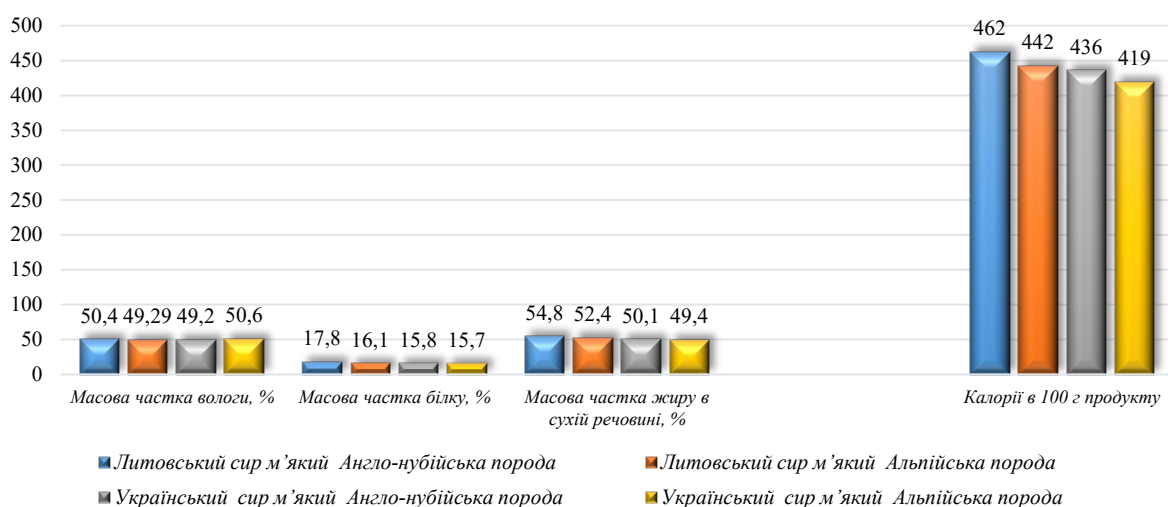


Рис. 1. Результати досліджень якості литовського та українського м'якого козиного сиру у осінній період з молока кіз різних порід

Аналіз білкового компоненту сиру продемонстрував суттєву перевагу зразків литовського походження, зокрема виготовлених з молока англо-нубійських кіз, де масова частка білка становила перевищувала відповідний показник у продукції українського виробництва на 12,6 % при високій статистичній достовірності ($p < 0,001$). Тоді як, різниця між зразками м'якого сиру виготовленого з молока альпійських кіз даних ареалів, становила 2,5 %.

Масова частка жиру в сухій речовині, яка значною мірою формує органолептичні властивості та визначає енергетичну цінність продукту, також була достовірно вищою у литовському м'якому сири. Зокрема, у зразках з молока англо-нубійських кіз литовської селекції цей показник перевищував на 9,4 % ($p < 0,05$), а у сирах з молока альпійських тварин він переважав на 6,0 %, порівняно з українськими. Такі відмінності можуть свідчити про вищу концентрацію жирів, зумовлену як генетичними особливостями кіз, так і характером годівлі або способом зневоднення продукту.

Калорійність досліджених зразків сиру, яка є інтегральним показником харчової цінності, корелювала з вищевказаними нутрієнтними фізико-

хімічними показниками. У сири з молока англо-нубійських кіз литовського виробництва енергетична цінність становила 462,00 ккал/100 г, що на 6,0 % перевищувало відповідний показник для українського зразка (436,00 ккал/100 г). Аналогічно, у сири з молока альпійських тварин калорійність литовських зразків була на 5,5 % вищою порівняно з українським, що свідчить про стабільну перевагу литовської продукції за сукупністю енергетичних показників. Вірогідну різницю було визначено при порівнянні калорій у сири з молока альпійських кіз українського та англо-нубійських тварин литовського ареалу, де поживність була вища у англо-нубійців на 10,3 % ($p < 0,05$).

Враховуючи регіональні відмінності у смакових уподобаннях, слід зазначити, що литовські споживачі м'якого козиного сиру традиційно надають перевагу продуктам із м'якшим ароматичним і смаковим профілем.

Згідно з отриманими результатами, було встановлено, що м'який козиного сир українського походження характеризувався вищою інтенсивністю кислотності (25,71 %) та гіркоти (25,6 %) порівняно з литовським аналогом (рис. 2).

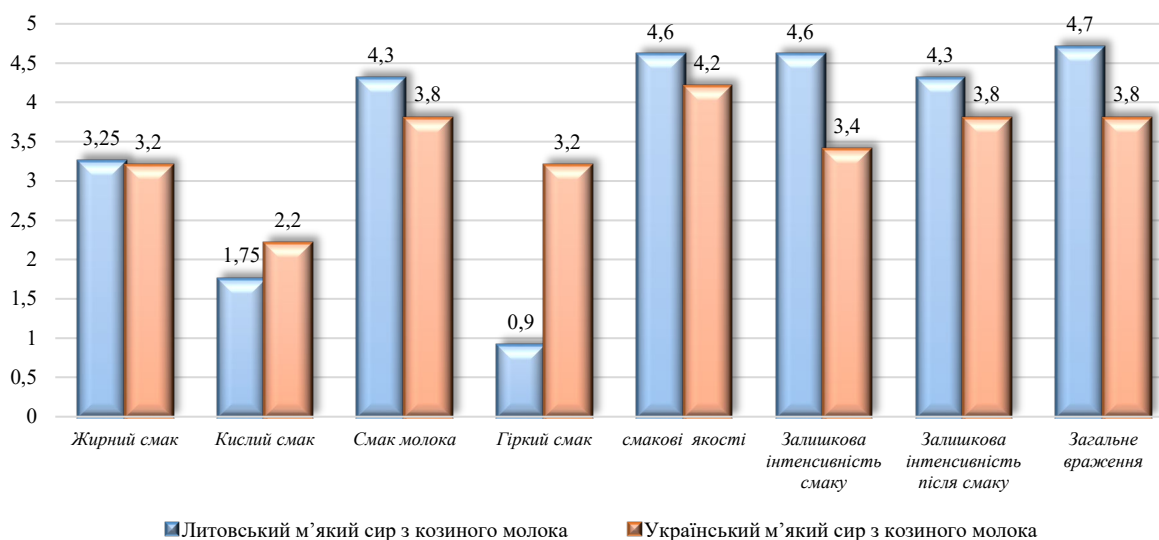


Рис. 2. Оцінка смаку литовських та українських сирів
(кількість дегустаторів = 33)

Ці відмінності, ймовірно, зумовлені особливостями використаних заквашувальних культур та специфікою ферментаційних процесів. Сформований таким чином сенсорний профіль українського сиру вирізняється підвищеною насиченістю смаку, що може відповідати очікуванням окремих груп споживачів із пріоритетом до інтенсивних органолептичних властивостей. Додатково зазначимо, що виявлені параметри смакової інтенсивності свідчать про потенційну конкурентоспроможність українського сиру на ринках із різними гастрономічними традиціями. Можливість керування кислотністю та гіркотою шляхом технологічних модифікацій дозволяє адаптувати продукт під різноманітні споживчі запити, що є перспективним напрямом для подальших досліджень у галузі виробництва сирів.

З'ясовано, що у ароматичному спектрі український сир вирізнявся виразнішим кислим запахом (48,6 %) та гіркуватими нотками (33,3 %), які формують характерний ароматичний фон (рис. 3). Незважаючи на нижчі значення інтенсивності молочного запаху зразків сиру українського походження (15,3%) та загальної ароматичної насиченості (6,4 %), саме контрастність запаху підсилює органолептичну складову продукту.

Варто підкреслити, що подібний ароматичний профіль може бути зумовлений використанням різних видів заквасок та технологічних прийомів. Виявлені особливості аромату є важливими для формування споживчих переваг та можуть розглядатися як маркер автентичності продукту, що сприятиме його ідентифікації на міжнародному ринку.



Рис. 3. Оцінка запаху литовських та українських сирів
(кількість дегустаторів = 33)

Встановлено, що консистенційні властивості українського сиру також мали відмінності. Хоча його показники жування (18,9%), розчинності (12,30 12,2%), твердості (30,4%) та текстури (14,03 %) були нижчими порівняно з литовським аналогом.

Де у останніх спостерігалась більш м'яка консистенція, що може вважатися технологічною перевагою в контексті кулінарного застосування, зокрема в рецептах, де необхідна ніжна, делікатна структура продукту (рис. 4).

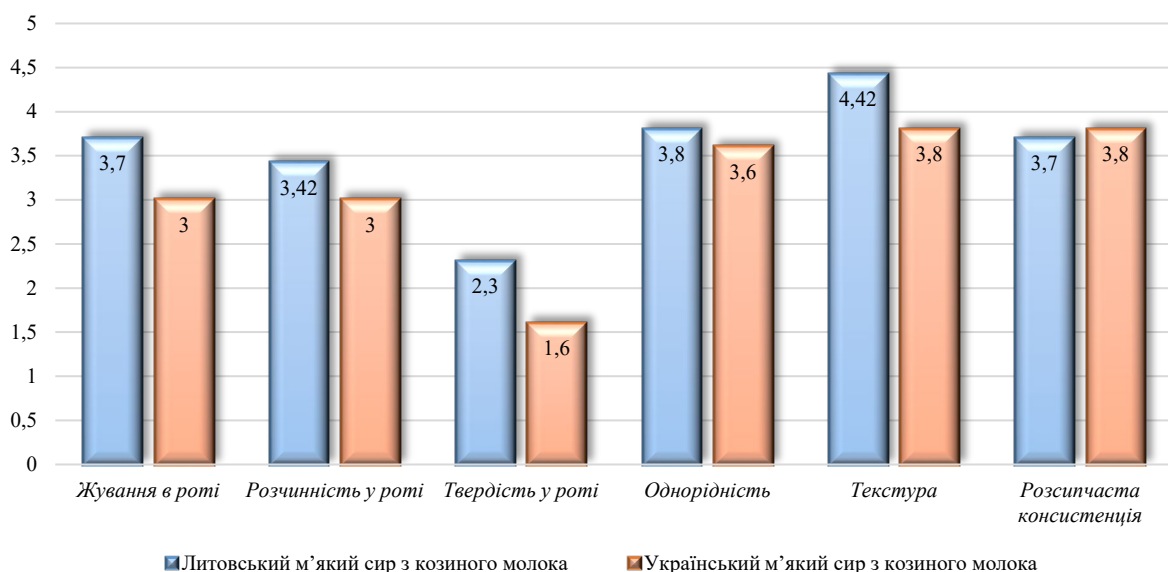


Рис. 4. Оцінка консистенції литовських та українських сирів
(кількість дегустаторів = 33)

З технологічної точки зору, такі виявлені властивості консистенції сприяють розширенню сфер кулінарного застосування сиру виготовленого з молока кіз української селекції, зокрема у приготуванні страв, де важливою є ніжна текстура. Це може забезпечити додаткову цінність продукту для професійної гастрономії та підвищити його конкурентоспроможність серед аналогічних товарів.

Щодо смакових характеристик, спостерігалось незначне зниження оцінок за загальну смакову якість (8,7%), залишкову інтенсивність смаку (26,0 %)

та після смак (11,6 %). Проте ці особливості розглядаються як частина унікального гастрономічного профілю, властивого сиру українського походження (рис. 5).

Варто зауважити, що подібна сенсорна модель смаку може бути привабливою для визначеного сегмента споживачів, які надають перевагу продуктам із виразним смаком та характерною після смаковою палітрою. Подальша оптимізація технологічних параметрів може забезпечити баланс між смаковою інтенсивністю та тривалістю після смаку, що

сприятиме розширенню ринкових перспектив продукту.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що м'який козиний сир українського виробництва, попри відмінності у споживчих вподобаннях у країні тестування, демонструє виразний

смаковий і ароматичний профіль. Високі показники кислотності (25,7 %) та гіркоти (25,6 %) разом із м'якшою консистенцією формують характерну сенсорну модель, що може бути особливо цінною для сегменту споживачів, які шукають продукт з насиченим, автентичним смаком.

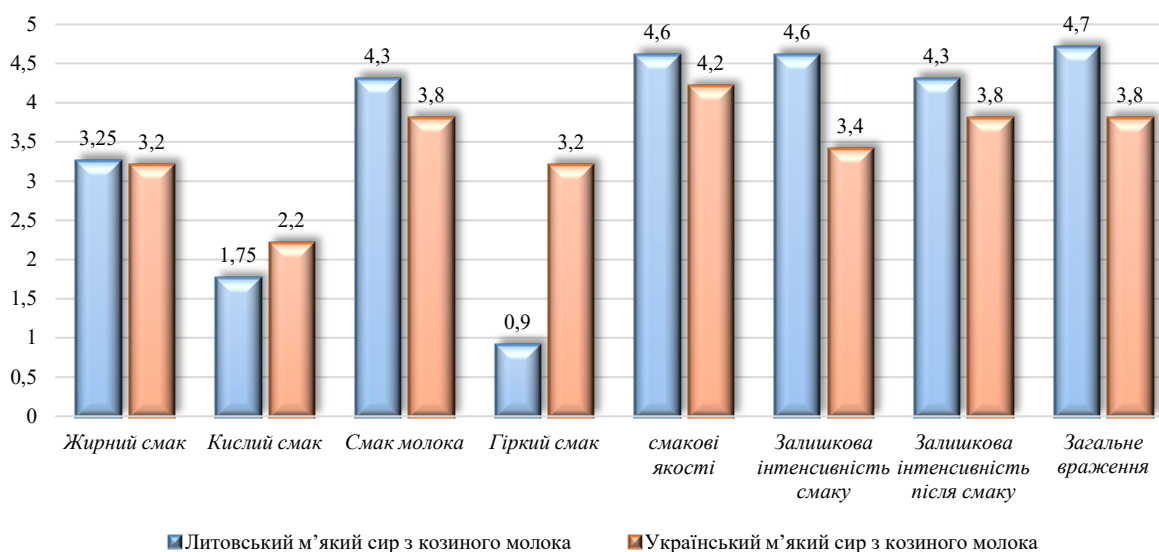


Рис. 5. Оцінка консистенції литовських та українських сирів
(кількість дегустаторів = 33)

Результати порівняльного аналізу якості молока і сиру кіз української та литовської селекції підтверджують важливість між регіональних досліджень для комплексного розуміння впливу генетичних, кліматичних та технологічних факторів на якість продукції. Подібні дослідження допомагають виявити специфічні регіональні відмінності, що є ключовими для оптимізації виробництва та підвищення конкурентоспроможності. В цьому напрямку актуальними є дослідження Kyselov et al., 2004 та Zazharska et al., 2021, які у своїх оглядах звертали увагу на суттєві відмінності в фізико-хімічних характеристиках козячого молока між різними країнами та породами, що зумовлено як генетичними особливостями, так і місцевими умовами утримання і годівлі [1, 2]. Це узгоджується з нашими спостереженнями про вищий вміст сухих речовин і жиру в молоці українських кіз у порівнянні з литовською селекцією.

Paszczyk & Łuczyńska, 2020 [27], за результатами порівняльного аналізу якості козячого молока і сиру в залежності від породи, використовуваної технології та регіону, виявивши значні відмінності в жирно-кислотному складі та білковому профілі, що безпосередньо впливає на органолептичні властивості продукції [3, 4]. Ці результати співпадають з нашими даними про формування більш насиченого смаку і консистенції сирів українського походження.

Отримані дані Santamarina-García et al., 2022 [28] вказують, що процес визрівання сиру і утворення летких ароматичних сполук має регіональні особливості, що визначають унікальність продукту [5]. Це резонує з нашими висновками щодо більш

вираженого аромату сирів української селекції порівняно з литовськими.

Отже, проведені порівняльні дослідження є необхідним важливим інструментом для виявлення сильних сторін організму кіз різної селекції і створення стратегії розвитку козівництва із врахуванням регіональних особливостей та потреб світового ринку.

Висновки

1. Встановлено, що показники жирності молока кіз англо-нубійської та альпійської порід залежать від регіональних умов їх вирощування. Зокрема, у кіз литовського походження вміст жиру сягав 5,5 та 4,7%, що перевищувало відповідні значення у тварин української селекції на 8,9 % ($p < 0,01$) та 24,7 % ($p < 0,01$) відповідно.

2. З'ясовано, що продуктивність українських кіз за середньодобовим надоєм була вищою порівняно з литовськими тваринами. Максимальний надій у кіз альпійської породи, вирощених в Україні, становив 2,3 кг, що на 0,7–1,1 кг перевищувало дані аналогічної породи з Литви.

3. Вміст білка у молоці кіз англо-нубійської і альпійської порід литовського походження був вищим відповідно на 11,8 і 6,1 %, порівняно із тваринами українського походження.

4. Виявлено, що сир, виготовлений із молока литовських кіз, характеризувався підвищеною харчовою цінністю: білка було більше на 12,6 %, жиру в сухій речовині – на 9,40 %, калорійність на 6 % вище за український аналог.

5. Встановлено, що м'який козиний сир українського виробництва мав більш інтенсивний смак та аромат, зокрема кислотність перевищувала литовський зразок на 25,7 %, гіркота – на 255,6 %, а м'яка консистенція із зниженими показниками твердості (30,4 %) забезпечувала виражений сенсорний профіль, орієнтований на споживача, що віддає перевагу насиченому смаку, порівняно з сиром литовського виробництва.

Конфлікт інтересів

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

References

- Kyselov, O., Mykhalko, O., Bondarchuk, L., Levchenko, I., Rihodko, M., & Popsuy, V. (2023). Influence of the season and genotype of goats on the qualitative composition of their milk. *Scientific Papers. Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 22 (4), 343–357.
- Zazharska, N., Fotina, T., Yatsenko, I., Tarasenko, L., Biben, I., Zazharskyi, V., Brygadyrenko, V., & Sklyarov, P. (2021). Comparative analysis of the criteria for goat milk assessment in Ukraine and France. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (2), 144–148.
- Singh, G., Sharma, K., Singh, G., Kumawat, B., Kumawa, P., Kumar, A., Kumar, S., Mishra, K. A., Goura, R. S., & Dhayal, L. S. (2025). Effect of environmental factors on the milk composition of goats under chaksu tehsil of Jaipur District. *International Journal of Multidisciplinary Research*, 3 (2), 520–528.
- Peña-Avelino, L. Y., Ceballos-Olvera, I., Rosales-Martinez, G. N., Hernández-Melendez, J., & Alva-Pérez, J. (2023). Milk composition of creole goats raised at different altitudes in an extensive production system in Northeast Mexico. *Animals*, 13 (11), 1738. <https://doi.org/10.3390/ani13111738>
- Morgan, F., Massouras, T., Barbosa, M., Roseiro, L., Ravasco, F., Kandarakis, I., Bonnin, V., Fistakoris, M., Anifantakis, E., Jaubert, G., & Raynal-Ljutovac, K. (2003). Characteristics of goat milk collected from small and medium enterprises in Greece, Portugal and France. *Small Ruminant Research*, 47 (1), 39–49. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00252-3](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00252-3)
- Ehsaninia, J., Zandi, M. B., Taned, M., & Bagheripour, A. (2025). Estimates of genetic parameters and genetic trends for milk production traits in Murciano-Granadina goats. *Animal*, 19 (8), 101582. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2025.101582>
- Zhang, C., Asadollahpour Nanaei, H., Jafarpour Negari, N., Amiri Roudbar, M., Amiri Ghanatsaman, Z., Niyazbekova, Z., & Yang, X. (2024). Genomic analysis uncovers novel candidate genes related to adaptation to tropical climates and milk production traits in native goats. *BMC Genomics*, 25 (1). <https://doi.org/10.1186/s12864-024-10387-y>
- Curro, S., Manuelian, C. L., De Marchi, M., De Palo, P., Claps, S., Maggolino, A., Campanile, G., Rufrano, D., Fontana, A., Pedota, G., & Neglia, G. (2019). Autochthonous dairy goat breeds showed better milk quality than Saanen under the same environmental conditions. *Archives Animal Breeding*, 62 (1), 83–89. <https://doi.org/10.5194/aab-62-83-2019>
- Mahmoud, N. M. A., & El Zubeir, I. E. M. (2024). Milk composition, production, and reproduction performance of local and exotic dairy goats in Khartoum State, Sudan. *Farm Animal Health and Nutrition*, 3 (3), 46–56. <https://doi.org/10.58803/fahn.v3i3.49>
- Curro, S., Manuelian, C. L., De Marchi, M., Goi, A., Claps, S., Esposito, L., & Neglia, G. (2020). Italian local goat breeds have better milk coagulation properties than cosmopolitan breed. *Italian Journal of Animal Science*, 19 (1), 593–601. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2020.1772130>
- Saputra, F., & Anggraeni, A. (2022). Diversity of milk traits in 25 goat breeds. *E3S Web of Conferences*, 335, 00009. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202233500009>
- Muñoz-Salinas, F., Andrade-Montemayor, H. M., De la Torre-Carbot, K., Duarte-Vázquez, M. Á., & Silva-Jarquín, J. C. (2022). Comparative analysis of the protein composition of goat milk from French alpine, Nubian, and Creole breeds and Holstein Friesian cow milk: Implications for Early Infant Nutrition. *Animals*, 12 (17), 2236. <https://doi.org/10.3390/ani12172236>
- Vacca, G. M., Dettori, M. L., Piras, G., Manca, F., Paschino, P., & Pazzola, M. (2014). Goat casein genotypes are associated with milk production traits in the Sarda breed. *Animal Genetics*, 45 (5), 723–731. <https://doi.org/10.1111/age.12188>
- Ferro, M. M., Tedeschi, L. O., & Atzori, A. S. (2017). The comparison of the lactation and milk yield and composition of selected breeds of sheep and goats. *Translational Animal Science*, 1 (4), 498–506. <https://doi.org/10.2527/tas2017.0056>
- Xiang, X., Chang, H., Khan, S., Khan, I. M., Zhu, F., Yang, L., Duan, G., Li, J., Nassar, N., Dai, F., & Mao, H. (2025). Comparative analysis of milk production, composition, and plasma metabolomics across various dairy goat breeds in Yunnan Province, China. *Frontiers in Veterinary Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1552786>
- Pazzola, M., Amalfitano, N., Bittante, G., Dettori, M. L., & Vacca, G. M. (2022). Composition, coagulation properties, and predicted cheesemaking traits of bulk goat milk from different farming systems, breeds, and stages of production. *Journal of Dairy Science*, 105 (8), 6724–6738. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22098>
- Khan, N., Khan, I. S., Khan, H. U., & Ahmad, A. (2021). Comparison of milk yield and composition of descriptive goat breeds & local non-descriptive breed (Ajharhy) in District Swat. (2021). *International Journal of Biosciences*, 19 (6), 158–162.
- Mashamaite, P. K., & Tada, O. (2025). Phenotypic plasticity in trait performance of common dairy goat breeds under diverse environments: a systematic review. *Frontiers in Animal Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fanim.2025.1640241>
- Boukrouh, S., Mnaouer, I., Mendes de Souza, P., Hornick, J.-L., Nilahyane, A., El Amiri, B., & Hirich, A. (2025). Microalgae supplementation improves goat milk composition and fatty acid profile: a meta-analysis and meta-regression. *Archives Animal Breeding*, 68 (1), 223–238. <https://doi.org/10.5194/aab-68-223-2025>
- Bokharaean, M., Toghdory, A., Ghoorchi, T., Ghassemi Nejad, J., & Esfahani, I. J. (2023). Quantitative associations between season, month, and temperature-humidity index with milk yield, composition, somatic cell counts, and microbial load: a comprehensive study across ten dairy farms over an annual cycle. *Animals*, 13 (20), 3205. <https://doi.org/10.3390/ani13203205>
- Karban, Y. (2024). Features of lactation and quality of milk of different breeds of goats. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26 (100), 83–87. <https://doi.org/10.32718/nvvet-a10012>
- DSTU ISO 488:2007 Moloko. Vyznachennia masovoi chastky zhyru. Zhyromiry Gerbera (ISO 488:1983, IDT). Chynnyi vid 2009-01-01. (2007). Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=69846 [in Ukrainian]
- DSTU 8552:2015 Moloko ta molochni produkty. Metody vyznachennia volohy ta sukhoy rechovyny. Chynnyi vid 2017-01-01. (2015). Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=71700 [in Ukrainian]
- DSTU 4558:2006 Syr poshekhonskyi. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid 2007-04-01. (2006). Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72419 [in Ukrainian]
- DSTU 8063:2015 Produkty molochni sukh. Vyznachennia zahalnoho bilka metodom K'iieldalia. Chynnyi vid 2017-01-01. (2015). Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=81144 [in Ukrainian]
- DSTU ISO 8586:2019 Doslidzhennia sensorne. Zahalni nastanovy shchodo vidboru, navchannia ta kontroliu vidibranykh ekspertiv ta ekspertiv z orhanoleptychnoho otsiniuvannia (ISO 8586:2012, IDT). Chynnyi vid 2019-09-01. (2019). Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83769 [in Ukrainian]

27. Paszczyk, B., & Łuczyńska, J. (2020). The comparison of fatty acid composition and lipid quality indices in hard cow, sheep, and goat cheeses. *Foods*, 9 (11), 1667.
<https://doi.org/10.3390/foods9111667>
28. Santamarina-García, G., Amores, G., Hernández, I., Morán, L., Barrón, L. J. R., & Virto, M. (2023). Relationship between the dynamics of volatile aroma compounds and microbial succession during the ripening of raw ewe milk-derived Idiazabal cheese. *Current Research in Food Science*, 6, 100425.
<https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.100425>

ORCID

Y. Karban 
A. Shostya 

<https://orcid.org/0000-0003-3384-9927>
<https://orcid.org/0000-0002-1475-2364>



2025 by the author(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.

Veterinary and sanitary assessment of the quality and safety of food raw materials and products in the Zhytomyr region, 2024

V. Kotelevych[✉] | O. Pinsky | S. Huralska | V. Honcharenko | T. Budnik

Article info

Correspondence Author

V. Kotelevych

E-mail:

valya.kotelevych@ukr.net

Polissia National University,
7 Stariy Bulvar Str.,
Zhytomyr, 10008,
Ukraine

Citation: Kotelevych, V., Pinsky, O., Huralska, S., Honcharenko, V., & Budnik, T. (2025). Veterinary and sanitary assessment of the quality and safety of food raw materials and products in the Zhytomyr region, 2024. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 175–180. doi: 10.31210/spi2025.28.03.26

The aim of this study was to provide a veterinary and sanitary assessment of the quality and safety of food raw materials and products in the Zhytomyr region in 2024. According to the analysis of reporting documentation, in 2024, specialists from the state veterinary and sanitary examination laboratories (SVSEL) of the Zhytomyr Regional State Laboratory of the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection (ZRSL SSUFSCP) examined and conducted 410,976 laboratory tests of food raw materials and food products. A total of 45,365 tons of products were not approved for sale, and 6,031 unsatisfactory test results were obtained, including 20 carcasses, 1,592 cases of invasive and non-contagious diseases, of which 1,011 were echinococcosis. Due to invasive and non-contagious diseases, 3,234 tons of products were disposed of. The results of studies on the presence of toxic elements, pesticides, antibiotics, radionuclides revealed only an excess of permissible levels for the content of ^{137}Cs in the Korosten district: in 10 samples of fresh mushrooms and berries (113.6 Bq/kg; 638 Bq/kg; 590.4 Bq/kg; 584 Bq/kg; 934 Bq/kg; 1100 Bq/kg; 573 Bq/kg; 950 Bq/kg; 900 Bq/kg; 1550 Bq/kg; compared with the DR-2006 norm of 500 Bq/kg); in 2 samples of medicinal plants and 1 sample of vegetables (43.5 Bq/kg). Specialists in the veterinary examination department of the Zhytomyr Regional State Laboratory for Food Safety and Consumer Protection are conducting extensive work on controlling antibiotic residues in food raw materials and products. In particular: in 2024, 1,004 samples were examined and 1,588 laboratory tests were conducted. 460 samples were examined by the microbiological method and 1,044 laboratory tests were conducted; no positive results were found. 182 tests were conducted by the enzyme-linked immunosorbent assay method: 138 tests for chloramphenicol content; 44 tests for melamine content. 362 samples of raw milk were tested with the Rapid-Test 4 in 1 screening test systems (antibiotics of the β -lactam, tetracycline, streptomycin, and chloramphenicol groups). In order to control the epizootic situation, specialists of the Zhytomyr Regional State Laboratory of the State Service for Food Safety and Consumer Protection have developed and are implementing long-term measures for the prevention of especially dangerous animal diseases. According to the scope of accreditation for veterinary and sanitary well-being and food safety, specialists implement state policy, including in the critical infrastructure sector in the Zhytomyr region.

Keywords: food raw materials, food products, organoleptic indicators, sanitary indicators, toxic elements, pesticides, antibiotics, radionuclides, invasive diseases.

Ветеринарно-санітарна оцінка якості та безпечності продовольчої сировини і харчових продуктів в Житомирській області у 2024 році

В. А. Котелевич | О. В. Пінський | С. В. Гуральська | В. В. Гончаренко | Т. С. Буднік

Поліський національний
університет,
м. Житомир, Україна

Метою наших досліджень було надати ветеринарно-санітарну оцінку якості і безпечності продовольчої сировини і харчовим продуктам у 2024 році в Житомирській області. За результатами аналізу звітної документації встановлено, що у 2024 році спеціалістами державних лабораторій ветеринарно-санітарної експертизи (ДІВСЕ) Житомирської регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби (ЖРДІДПСС) оглянуто і проведено 410976 лабораторних досліджень продовольчої сировини і харчових продуктів. Недопущено до реалізації всього: 45,365 т та отримано незадовільних результатів досліджень 6031, в т.ч. 20 туш, 1592 випадки інвазійних та незаразних захворювань, з яких 1011 випадків ехінококозу. 3 причин інвазійних та незаразних захворювань утилізовано 3,234 т. Результати досліджень на наявність токсичних елементів, пестицидів, антибіотиків, радіонуклідів з усіх досліджених зразків встановили лише перевищення допустимих рівнів за вмістом ^{137}Cs у Коростенському районі: у 10 зразках свіжих грибів та ягід (113,6 Бк/кг; 638 Бк/кг; 590,4 Бк/кг; 584 Бк/кг; 934 Бк/кг; 1100 Бк/кг; 573 Бк/кг; 950 Бк/кг; 900 Бк/кг; 1550 Бк/кг за ДР-2006 500 Бк/кг); у 2 зразках лікарських рослин та 1 зразку овочів (43,5 Бк/кг). Велику роботу проводять фахівці відділу ветсанекспертизи Житомирської РДІДПСС щодо контролю залишків антибіотиків у продовольчій сировині і харчових продуктах. Зокрема: у 2024 році досліджено 1004 зразка і проведено 1588 лабораторних досліджень. Мікробіологічним методом досліджено 460 зразків і проведено 1044 лабораторні дослідження, позитивних не виявлено. Імуноферментним методом проведено 182 дослідження: 138 досліджень на вміст хлорамфеніколу; 44 дослідження на вміст меламіну. Скрінінговими тест-системами Репід-тест 4 в 1 (антибіотики груп Бета-лактами, Тетрацикліни, Стрептоміцини, Хлорамфенікол) перевірено 362 зразка сирого молока. З метою контролю за епізоотичною ситуацією, спеціалістами Житомирської регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби зроблені і виконуються довгострокові заходи щодо профілактики особливо небезпечних хвороб тварин. Згідно сфери акредитації щодо ветеринарно-санітарного благополуччя та безпечності харчових продуктів фахівці реалізують державну політику, обслуговуючи, в т.ч., сектор критичної інфраструктури на території Житомирської області.

Ключові слова: продовольча сировина, харчові продукти, органолептичні, санітарні показники, токсичні елементи, пестициди, антибіотики, радіонукліди, інвазійні захворювання.

Бібліографічний опис для цитування: Котелевич В. А., Пінський О. В., Гуральська С. В., Гончаренко В. В., Буднік Т. С. Ветеринарно-санітарна оцінка якості та безпечності продовольчої сировини і харчових продуктів в Житомирській області у 2024 році. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 175–180.

Вступ

За останнє десятиліття Україна вперше відчуває на собі такі масштабні ризики та виклики. У діючому воєнному конфлікті відбувається знищення промисловості, аграрного сектору, екології, соціальної сфери, тваринництва і населення [1, 2, 10, 23, 33, 36].

Наша держава прагне мінімізувати ризики, пов'язані з небезпечною продовольчою сировиною і харчовими продуктами, тим самим захищаючи здоров'я населення, довіру споживачів та конкурентоспроможність їх на внутрішньому і зовнішньому ринках. Важливість регулювання якості і безпечності продовольчої сировини і харчових продуктів в екосистемі України є край актуальним [6, 12, 20–22, 24].

Пріоритетний характер екобезпеки підтверджено шляхом контент-аналізу таких документів, як «Пакт заради майбутнього, 2024», Європейський кліматичний закон, Європейська зелена угода. Вказані міжнародні документи мотивують на системну роботу щодо забезпечення стану захищеності життя та здоров'я населення і довкілля. У контексті євроінтеграції України усвідомлення пріоритету екологічної безпеки є важливим для реалізації повноправного членства у ЄС [25, 28].

Комплексна оцінка відповідно до класифікації ФАО ВООЗ п'яти основних складових державного контролю у питаннях якості і безпечності тваринницької продукції в Україні (законодавство, державне управління і його організаційна структура, інспекційні та лабораторні служби, навчання і комунікації, інформація), проведені Кирилюк та Губка (2023) встановили, що ефективність зазначеної системи залишається вкрай низькою. Система державного контролю не гарантує поки що належну якість і безпечність тваринницької продукції. Компетентні органи не в змозі зупинити як ввезення сумнівної якості продукції тваринництва з-за кордону, так і виробництво неякісної вітчизняної. Надзвичайно гострою стоїть проблема вмісту залишків гормонів, антибіотиків, ветеринарних препаратів, інсектицидів, важких металів у тваринницькій продукції [12, 37, 41].

За даними Комітету захисту прав споживачів, 80 % тваринницької продукції в Україні фальсифіковано за одним або кількома показниками шляхом повної або часткової заміни складових замінниками рослинного чи хімічного походження. Щорічно в організм середньостатистичного українця потрапляє з їжею більш як 10 кг різних речовин, які надають приємного запаху, смаку, свіжого вигляду та продовжують строки зберігання [28].

Саме за удосконалення нормативно-правової бази український уряд може гарантувати, що виробники які виробляють харчову продукцію дотримуються гігієнічних вимог та стандартів якості і безпечності. Це не лише моніторинг санітарної якості та наявності радіонуклідів, токсинів, пестицидів, трансжирів, солей важких металів, ГМО, харчових добавок та інших шкідливих речовин, а й фальсифікація та дотримання нормативних вимог щодо маркування [4, 6, 12, 24].

Державне регулювання якості і безпечності харчової продукції забезпечує відповідність

встановленим стандартам і передбачає суворі заходи під час виробництва, переробки та розподілу продуктів харчування, тим самим мінімізує виникнення хвороб харчового походження [25].

Проте, гарантування продовольчої безпеки в нашій країні ускладнюється внаслідок сучасних викликів, тому ця проблема потребує додаткової уваги з боку держави та органів виконавчої влади, постійних моніторингових досліджень і висвітлення у інформаційному просторі [8, 13–23, 32, 37].

Отже, ветеринарно-санітарна оцінка якості і безпечності продовольчої сировини і харчових продуктів є актуальною не лише з наукової точки зору, а й практично значущою із позицій захисту та інформування споживача.

Мета дослідження

Метою досліджень було надати ветеринарно-санітарну оцінку якості і безпечності продовольчої сировини і харчовим продуктам в Житомирській області у 2024 році.

Матеріали і методи

Матеріалом наших досліджень була звітна документація Житомирської регіональної державної лабораторії ДПСС (ЖРДЛДПСС) за 2024 рік і підпорядкованих їй державних лабораторій ветеринарно-санітарної експертизи (ДЛВСЕ) на продовольчих ринках Житомирської області.

Житомирська РДЛДПСС акредитована відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019. Атестат акредитації зареєстровано у Реєстрі 26 серпня 2024 року, виданий Агенством акредитації України і дійсний до 06 червня 2028 року. Згідно сфери акредитації кількість напрямів досліджень складає 15 та загальна кількість акредитованих показників лабораторних досліджень (випробувань) – 577.

Усі прилади, що використовуються в процесі проведення досліджень (випробувань), мають простежуваність вимірювань відповідно до одиниць Міжнародної системи SI, що зазначено у відповідних свідоцтвах про калібрування. Питому активність стронцію-90 в кормах, харчовій продукції та сировині визначали спектрометрично з пробопідготовкою (фізичне концентрування шляхом висушування і озолення).

Результати та їх обговорення

Станом на 31.12.2024 року Житомирська РДЛДПСС включає 15 відділів та 33 сертифікованих на право вимірювань державні лабораторії ветеринарно-санітарної експертизи на продовольчих ринках області.

Спеціалістами ДЛВСЕ за 2024 рік оглянуто і проведено 410976 лабораторних досліджень (*табл. 1*). Не допущено до реалізації всього: 45,365 т продукції та отримано 6031 незадовільних результатів досліджень, з них 20 туш, 1592 випадки інвазійних та незаразних захворювань (1011 випадків ехінококозу).

Таблиця 1

Оглянуто і проведено досліджень харчових продуктів і продовольчої сировини фахівцями ДЛВСЕ Житомирської області у 2024 році

Назва продукту	Кількість	Вага, тис. тонн
Яловичина	2847	0,2666
Свинина	33012	1,9424
Баранина	203	0,002678
Птиця	3781	0,07112
Інші види тварин (нутрії, кролі, дичина, кури, качки)	280	0,004665
Риба, рибопродукти	28572	21,9156
Яйця	6406	676,367
Молоко, молоко-продукти	66156	0,7908
Мед	174	0,09119
Рослинна продукція	96443	14,98138
Рослинні жири та інші харчові продукти	19282	1,55013
Продукція промислового виготовлення	153822	6,8002

Дослідження науковців свідчать про небезпечність продуктів, отриманих від тварин, хворих на паразитарні хвороби [14, 16, 22,38, 35].

Так, дослідження санітарної якості м'яса свиней, уражених саркоцистозом, показало контамінацію *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, ентерококи, коринебактерії, плісняві гриби та дріжджі [8].

Результати ідентифікації бактеріологічної безпечності м'яса та печінок свиней від хворих на ехінокоз тварин встановили 42 культури, в т.ч. *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, спорову і кокову мікрофлору. Серотипізація виділених від хворих тварин штамів *Escherichia coli* встановила такі серотипи: O101, O8, O138 і O149. Зі збільшенням інтенсивності інвазії підвищується МАФАНМ (кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів) та контамінація патогенними бактеріями. За високого ступеню ехінокозної інвазії була виділена *Salmonella enteritidis* [38].

Продукти забою, отримані від хворих на ехінокоз тварин, є потенційним джерелом харчових отруєнь – токсикоінфекцій [13, 40].

Беручи до уваги, що ехінокоз окрім великого економічного збитку, знижує санітарні і фізико-хімічні показники якості та безпечності субпродуктів після зачистки, необхідно це враховувати при ветеринарно-санітарній оцінці продуктів забою [13, 19, 22]. Саме тому, було знешкоджено 34,621 т, в т.ч. 20 туш, інвазійні та незаразні захворювання (1,888 т). Інших продуктів харчування – 32,733 т; – у т.ч. утилізовано 10,744 т (інвазійні та незаразні захворювання – 3,234 т), інших продуктів харчування – вагою 7,51 т).

За 2024 рік лікарями ветеринарної медицини області при забої тварин на забійно-санітарних пунктах господарств та в приватному секторі (подвірні), проведено передзабійний огляд та попередній післязабійний огляд туш: великої рогатої худоби – 2847; свиней 33012; овець, кіз –89.

При проведенні передзабійного огляду забійних тварин та попереднього післязабійного огляду туш, інфекційних захворювань – не виявлено. Всі продукти забою від тварин, що забивались, направлялись з

відміткою про попередній післязабійний огляд в державні лабораторії ветеринарно-санітарної експертизи на продовольчі ринки області.

За результатами ветсанекспертизи продуктів забою гостроінфекційних захворювань фахівцями державних лабораторій ветеринарно-санітарної експертизи на продовольчих ринках області не виявлено. Встановлено: причинами знешкодження / утилізації яловичини (82 кг) були сумнівна свіжість, механічне забруднення; яловичих субпродуктів (320 кг) – погане знекровлення та інвазійні і незаразні захворювання; свинини (513 кг) – механічне забруднення, незаразні хвороби, а свинячих субпродуктів (3380 кг) – погане знекровлення, аспірація легень кров'ю, інвазійні захворювання. Знешкоджено 1 кг м'яса ДРХ по причині забруднення і 1 кг печінки ДРХ по причині фасціольозу.

Слід наголосити, що за даними звітної документації, дуже велику кількість субпродуктів вибраковують з причин інвазійних і незаразних захворювань, на що потрібно звернути увагу лікарям ветеринарної медицини – практикам. За ураження фасціольозом і дикроцеліозом тварин обсіменіння м'яса і печінки збільшується залежно від інтенсивності інвазії від 27,7 % до 77,7 %. Відбувається обсіменіння бактеріями групи кишкової палички, сальмонелами [5].

Науковці стверджують, що у разі паразитарних захворювань додається контамінація м'яса під час порушень ветеринарно-санітарних правил забою тварин (порушення цілісності кишок під час первинної переробки), розбирання туш (хворих і здорових тварин одними й тими ж інструментами), умов зберігання, транспортування, реалізації та кулінарної обробки. Харчові токсикоінфекції у людей у 96–98 % випадків спричиняються *Escherichia coli* і *Salmonella enteritidis* при споживанні контамінованих харчових продуктів без відповідної термічної обробки [7, 38].

Дослідження багатьох вчених свідчать про харчові небезпеки через невідповідність м'яса за санітарними показниками [5, 8, 38, 39, 42, 43].

Інших видів тварин (кролі, кури, качки) у 2024 році не допущено до реалізації 10 тушок, вагою 16 кг (без супровідних документів, виснаження).

Недопущено до реалізації 290 штук яєць по причині порушення цілісності, забрудненості, порушення термінів та умов реалізації, відсутності супровідних документів.

Недопущено до реалізації, знешкоджено та повернуто власникам 1003 кг риби та рибопродуктів в зв'язку із відсутністю супровідних документів, недотриманням термінів та умов реалізації, повторна дефростація, невідповідність біохімічним показникам. Недопущено до реалізації, знешкоджено та повернуто власнику 28485 кг рослинницької продукції: буряк, картопля, капуста, огірки, кабачок тощо по причині перевищення вмісту нітратів, незадовільних органолептичних показників.

Недопущено до реалізації, знешкоджено та повернуто власнику готових харчових продуктів 2074 кг (відсутність супровідних документів, невідповідність маркування, прострочений термін реалізації, порушення умов зберігання тощо).

Недопущено до реалізації, знешкоджено та повернуто власнику 139 кг інших харчових продуктів (механічні домішки, амбарні шкідники, відсутність маркування тощо).

До віддалених наслідків після аварії на ЧАЕС відносять класичні генетичні та сомато-генетичні, що можуть реалізуватися через багато поколінь [9]. Наявність харчових продуктів з перевищенням ДР-2006 існує до сьогодні. Найбільший високий вміст радіонуклідів виявляють в дарах лісу (гриби, ягоди, дичина), певний внесок дають харчові продукти отримані у власних господарствах потерпілих районів [3, 15, 16, 20–22, 27]. Тому питання моніторингових досліджень харчових продуктів і продовольчої сировини та інформування населення потребує постійної уваги [14, 15, 26, 29–31].

У 2024 році спеціалістами ЖРДЛДПСС було проведено 3114 радіологічних досліджень, ДЛВСЕ Житомирської області – 191968. За результатами цих досліджень, виявлено перевищення допустимих рівнів за вмістом цезію-137 відповідно до вимог Державних гігієнічних нормативів «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та Sr-90 у продуктах харчування та питній воді» у Коростенському районі: у 10 зразках свіжих грибів та ягід (113,6 Бк/кг; 638 Бк/кг; 590,4 Бк/кг; 584 Бк/кг; 934 Бк/кг; 1100 Бк/кг; 573 Бк/кг; 950 Бк/кг; 900 Бк/кг; 1550 Бк/кг за ДР-2006 500 Бк/кг); у 2 зразках лікарських рослин та 1 зразку овочі (43,5 Бк/кг).

Як свідчать наукові дослідження, близько 60 % молочної продукції в Україні не відповідають стандартам якості. Досить часто виробники використовують замінники жиру тваринного походження. Після отримання квот на експорт молочної продукції до ЄС виявилось, що жодна марка не відповідає європейським стандартам і не може реалізуватися на європейському ринку. Майже у 50 % молочної продукції виявили залишки гормонів, антибіотиків у великій кількості [34]. Великою небезпекою для споживачів є наявність залишків антибіотиків у продовольчій сировині і харчових продуктах [11, 19].

Відділом ветсанекспертизи Житомирської РДЛДПСС у 2024 році проведена значна робота по дослідженню якості і безпечності молока. Досліджено 1004 зразка і проведено 1588 лабораторних досліджень. Мікробіологічним методом на вміст антибіотиків у харчових продуктах та продовольчій сировині досліджено 460 зразків і проведено 1044 лабораторні дослідження, позитивних не виявлено: в т.ч.: м'ясо – 128 зразків; субпродукти – 14 зразків; м'ясопродукти – 4 зразки; яйця – 28 зразків; молоко та молочні вироби сухі – 56 зразків; молоко та молокопродукти – 230 зразків

Імуноферментним методом проведено 182 дослідження: 138 досліджень на вміст хлорамфеніколу; 44 дослідження на вміст меламіні.

Скринінговими тест-системами Рapid-тест 4 в 1 (антибіотики груп Бета-лактами, Тетрацикліни, Стрептоміцини, Хлорамфенікол) перевірено 362 зразки сирого молока.

На кількість соматичних клітин в сирому молоці досліджено 783 зразки. 1214 проб харчових продуктів було досліджено органолептичними методами.

Підсумовуючи результати наших досліджень необхідно зазначити, що питання якості і безпечності харчових продуктів і продовольчої сировини є актуальним і вирішення цієї проблеми можливе лише за взаємодії виробників, фахівців Держпродспоживслужби та операторів ринку.

Фахівці Житомирської регіональної державної лабораторії Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів реалізують державну політику відповідно до покладених на неї повноважень та згідно сфери акредитації щодо ветеринарно-санітарного благополуччя та безпечності харчових продуктів, обслуговуючи, в тому числі, сектор критичної інфраструктури на території Житомирської області.

Керуючись діючими програмами, інструкціями, затвердженими планами, спеціалісти ЖРДЛДПСС виконують лабораторно-діагностичні та моніторингові дослідження для охорони населення від хвороб спільних для людини і тварин, одержання екологічно чистих продуктів тваринництва та охорони споживачів і навколишнього середовища.

З метою контролю за епізоотичною ситуацією, спеціалістами Житомирської регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби розроблені і виконуються довгострокові заходи щодо профілактики особливо небезпечних хвороб тварин, а саме: «План проведення діагностичних досліджень по профілактиці заразних хвороб тварин»; «План дій при підозрі захворювання свиней на африканську чуму незалежно від типу ведення господарства та форми власності»; «Державний план моніторингу інфекційних хвороб птиці (грип птахів, хвороба Ньюкасла) на території України на 2024 р.»; «Програма викорінення хвороби Ауескі свиней в Україні на 2024 р.»; «План основних заходів щодо профілактики та ліквідації вогнищ захворювання тварин на сказ по Житомирській області». Плани і заходи узгоджені з відповідними службами і відомствами, а також розроблені конкретні заходи в залежності від епізоотичної ситуації.

Формування плану протиепізоотичних заходів проводили на підставі планів з урахуванням усього наявного поголів'я сільськогосподарських тварин в господарствах усіх форм власності, залишків біологічних препаратів, епізоотичної ситуації в кожному із адміністративних районів області.

Спеціалісти Житомирської регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби вивчали епізоотичний стан господарств районів області та надавали практичну допомогу у встановленні діагнозу на інфекційні захворювання та розробці заходів по їх ліквідації, надавали практичну допомогу спеціалістам ветеринарної медицини районів по профілактиці та діагностиці сказу; приймали участь в проведенні діагностичних заходів, проводили постійний моніторинг за епізоотичним станом по глибокоподібній енцефалопатії ВРХ, скрепі ДРХ, класичній, африканській чумі свиней, сибірці та хворобах птиці.

Таким чином, Житомирською регіональною державною лабораторією Держпродспоживслужби забезпечується виконання поставлених державою

завдань для своєчасного та якісного проведення лабораторно-діагностичних випробувань, визначення безпечності продовольчої сировини та харчової продукції, ведення фінансово-господарської роботи при дотриманні належних умов праці та положень, за умов воєнного стану в державі.

Висновки

Метою наших досліджень було надати ветеринарно-санітарну оцінку якості і безпечності продовольчої сировини і харчовим продуктам у 2024 році в Житомирській області.

За результатами аналізу звітної документації ЖРДЛДПСС встановлено, що у 2024 році спеціалістами ДЛВСЕ оглянуто і проведено 410976 лабораторних досліджень. Не допущено до реалізації всього: 45,365 т та отримано негативних результатів досліджень 6031, в т.ч. 20 туш, 1592 випадків інвазійних та незаразних захворювань, з яких 1011 випадків. Основною причиною вибраковки субпродуктів у 2024 році були інвазійні та незаразні захворювання, які значно погіршують їх якість і безпечність після зачистки. З причин інвазійних та незаразних захворювань утилізовано 3,234 т. За показниками безпечності (вміст токсичних елементів, пестицидів, антибіотиків, радіонуклідів) з усіх досліджених зразків було виявлено лише перевищення за вмістом ^{137}Cs у Коростенському районі: у 10 зразках свжих грибів та ягід (від 113,6 до 1550 Бк/кг за ДР-2006 500 Бк/кг); у 2 зразках лікарських рослин та 1 зразку овочів (43,5 Бк/кг).

Перспективи подальших досліджень будуть спрямовані на вивчення санітарної якості та біологічної цінності субпродуктів після зачистки з причин інвазійних захворювань

Конфлікт інтересів

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

References

- Ahakerimova, R. (2023). Impact of the war in Ukraine on national and global food security. *Economy and Society*, 50. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-53>
- Artemenko, L., Marynenko, N., Kramar, I., & Hats, L. (2023). Food security of Ukraine under the war aggression: current state and future perspectives. *Socio-Economic Problems and the State*, 28 (1), 115–128. <https://doi.org/10.33108/sepd2023.01.115>
- Boyko, P., Kurtak, B., Zinchuk, M., Pundiak, T., Panashchuk, I., Gnasyuk, R., Dudkovska, N., Thiss, M., & Komovych, L. (2017). Characteristics of long-term radionuclides of ^{137}Cs and ^{90}Sr of foods, products of animals and plants in the territory of the Volyn region after the period 1991–2016. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19 (78), 13–17. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7803>
- Bokiy, O. (2019). Factors of influence on quality formation food products. *Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Economy and Management*, 4 (69), 1–24. <https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-4-4>

- Brodovsky, V. A. (2015). Veterinary-sanitary assessment of meat and by-products derived from slaughtered cattle affected fasciolosis and dykrotseliosom. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 17 (1), 220–226.
- Bukalova, N. V., Bohatko, N. M., & Prylipko, T. M. (2023). Problems of ecological safety of food products in Ukraine. *Safety and Quality of Food Products in the One Health Concept: Scientific and Practical Online Conference* (June 1–2, 2023). (pp. 10–11). Lviv: LNUVM named after S. Z. Gzhytskyi
- Havrylenko, O. S., Khamitska, O. A., & Zahorulko, O. V. (2017). Expert research of meat and meat products. *Scientific Progress & Innovations*, (1-2), 74–77. <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.1-2.14>
- Hmyria, V. (2020). Problems of food market functioning in the context of provision of Ukraine's food safety. *Food Industry Economics*, 12 (1), 13–19. <https://doi.org/10.15673/fie.v12i1.1664>
- Hudkov, I. M. (2021). Uroky Chornobylia ta suchasni problemy radiobiologii. *Chornobylska katastrofa. Aktualni problemy, napriamky ta shliakhy yikh vyryshennia: zbirnyk prats uchastykiv mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*, (22–23 kvitnia 2021 r.). (pp. 21–26). Zhytomir [in Ukrainian]
- Ivaniuk, N. S., & Shevchenko, A. A. (2023). Food security of Ukraine in conditions of martial law. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Braslav Readings. Economy of the 21st Century: National and Global Dimensions," hosted by Odesa State Agrarian University, (November 1, 2023)*. (pp. 144–145). Odesa
- 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. *Scientific Progress & Innovations*, 2, 187–193. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.23>
- Kyryliuk, I. M., & Hubka, V. V. (2023). Efficiency of state control over the safety and quality of livestock products under the conditions of Ukraine's integration into the EU. *Cherkasy University Bulletin: Economics Sciences*, 27 (3–4), 155–167. <https://doi.org/10.31651/2076-5843-2023-3-4-155-167>
- Kovalenko, V. V., Haltsev, I. V., Rud, V. O., & Tarasenko, L. O. (2021). Veterynarno-sanitarna otsinka yakosti ta bezpechnosti produktiv zaboiu za ekhinokokozu. *Suchasni aspekty likuvannia i profilaktyky khvorob tvaryn: materialy V vseukrainskoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii (20–21 zhovtnia 2021 r.)*, (pp. 192–194). Poltava [in Ukrainian]
- Kotelevich, V. (2017). Veterinary and sanitary assessment of food quality and safety in Zhytomir region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19 (78), 58–61. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7812>
- Kotelevych, V. A. (2019). Actual problems of quality and safety of food products in the context of providing food security in the Zhytomir region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 21 (93), 155–159. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9327>
- Kotelevych, V. A., Volkivskyi, I. A., & Pinskyi, O. V. (2022). Porivnialnyi analiz yakosti i bezpechnosti kharchovykh produktiv u Poliskomu rehioni. *Vyryshennia suchasnykh problem u veterynarnii medytsyni: materialy VII vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet konferentsii (15–16 liutoho 2022r)*. (pp. 16–19). Poltava: Poltavska derzhavna ahrrarna akademiia [in Ukrainian]
- Kotelevich, V., Gural'ska, S., & Honcharenko, V. (2023). Actual problems of the quality and safety of milk and dairy products. *Naukovij Visnik Veterinarnoi Medicini*, 1(180), 24–39. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2023-180-1-24-39>
- Kotelevych, V., Hural'ska, S., & Honcharenko V. (2023). Current food quality and safety problems in the context of ensuring food safety in Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (1), 72–80. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.12>
- Kotelevych, V., Hural'ska, 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. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.02.17>

20. 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>
21. Kotelevych, V. A., Volkivskyy, I. A., Pinskyi, O. V., & Davydenko, L. M. (2021). Bezpechnist kharchovykh produktiv v Polisskomu rehioni v konteksti prodovol'choyi bezpeky. *The 2nd International scientific and practical conference – Topical issues of modern science, society and education (September 5-7, 2021)*. (pp. 35–40). Kharkiv [in Ukrainian]
22. Kotelevych, V. A., Volkivskiy, I. A., Pinskyi, O. V., Matseiko, L. V., Davydenko, L. M., & Stoliarenko, O. V. (2022). Veterinary and sanitary assessment of food products on quality and safety indicators in Zhytomyr region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24 (105), 120–128. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10517>
23. Krylov, D. V. (2023). Problems of ensuring food security of Ukraine in modern conditions. *Problems of Modern Transformations. Series: Economics and Management*, 7. <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-7-03-07>
24. Lavruk, V., Nedashkiivskiy, V., Prysiazniuk, N., Rol, N., & Fedoruk, N. (2024). Food quality as a component of the country's food security. *Investytsiyi: Praktyka ta Dosvid*, 18, 16–22. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.18.16>
25. Lapychak, N. (2024). Product quality and its impact on food safety in the system of state regulation. *Scientific Perspectives*, 3 (45), 260–267. [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-3\(45\)-260-267](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-3(45)-260-267)
26. Malimon, Z. V., Prokopenko, T. O., Husak, L. M., Kochetova, H. S., & Davydenko, L. M. (2021). Suchasna radiatsiina zabrudnenist lisovykh produktiv u Zhytomyrskiy oblasti porivniano z 2010 rokom. *Chornobylska katastrofa. Aktualni problemy, napriamky ta shliakhy yikh vyryshennia: zbirnyk prats uchashykh mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (22-23 kvitnia 2021 r)*. (pp. 158–161). Zhytomyr [in Ukrainian]
27. 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>
28. Marenych, M., Aranchii, S., Mariukha, N. (2009). Kontrol yakosti i bezpeka produktiv kharchuvannia v YeS. *Mizhnarodne zakonodavstvo v haluzi kharchovoho lantsiuzhka i potentsial Ukrainy vidpovidnosti standartam*. (p. 44). Poltava [in Ukrainian]
29. Pahomska, O. (2021). Food products - quality and safety problems. *Scientific Bulletin of the Tavria State Agrotechnological University*, 11 (2), 29. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2021-2-29>
30. Romanchuk, L., Lopatiuk, O., & Kovalyova, S. (2019). Evaluation of the content of ¹³⁷Cs radionuclide in food products of residents of radioactively contaminated territories in the long-term period after the chernobyl accident. *Scientific Horizons*, 81 (8), 82–86. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-81-8-82-86>
31. Skydan, O., Romanchuk, L., & Dovzhenko, V. (2019). Estimation of nutritional level of rural population living on radioactively contaminated territories in the context of food safety guarantee. *Scientific Horizons*, 76 (3), 3–9. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-76-3-3-9>
32. Svynous, I., Ibatullin, M., Artimonova, I., & Havryk, O. (2025). Organizational approaches to the formation of the country's food security system. *Sustainable Development of Economy*, 2 (53), 71–77. <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-53-10>
33. Sobkevych, O. V., Shevchenko, A. V., Rusan, V. M., Zhurakovska, L. A., & Zhalilo, Ya. A. (2023). Priorytety zabezpechennia stiikosti promyslovosti y aharmohu sektoru ekonomiky Ukrainy v umovakh povnomasshtabnoi viiny. *Natsionalnyi instytut stratehichnykh doslidzen*. <https://doi.org/10.53679/niss-analytrep.2023.04> [in Ukrainian]
34. Establishment of a food safety control system based on risk assessment in the cycle of production and marketing of dairy products in Ukraine. (2015). *SAFOSO*. Retrieved from: <https://www.safoso.ch/works/establishment-of-a-risk-based-food-safety-control-system-in-the-dairy-value-chain-in-ukraine>
35. Khimich, M. S., Piven, O. T., Gorobey, O. M., Salata, V. Z., Freiuik, D. V., & Naidich, O. V. (2019). The analysis of the dynamics of detection animal's invasive diseases during veterinary expertise. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 21 (93), 149–154. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9326>
36. Shevchenko, A., & Petrenko, O. (2024). Food security of ukraine in the conditions of war and priority directions for regulating the state of food security. *Economy and Society*, 59. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-24>
37. Franchuk, V., Kopytko, M., & Melnyk, S. (2022). Ensuring food security in Ukraine in the conditions of a changing security environment. *Science Notes of KROK University*, 3 (67), 9–17. <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2022-67-9-17>
38. Yakubchak, O. M., & Zbarska, A. A. (2014). Otsinka mikrobiolohichnoho ryzyku shchodo miasa svynei, urazhenykh ekhinokokozom. *Veterynarna Medytsyna*, 98, 176–180. [in Ukrainian].
39. Bintsis, T. (2018). Microbial pollution and food safety. *AIMS Microbiology*, 4(3), 377–396. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2018.3.377>
40. Carrel, M., Zhao, C., Thapaliya, D., Bitterman, P., Kates, A. E., Hanson, B. M., & Smith, T. C. (2017). Assessing the potential for raw meat to influence human colonization with *Staphylococcus aureus*. *Scientific Reports*, 7 (1), 10848. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11423-6>
41. Jakubowska, K., & Trafialek, J. (2019). The role of suppliers of raw materials in ensuring food safety. *Global Journal of Nutrition & Food Science*, 1 (4). <https://doi.org/10.33552/gjnf.2019.01.000517>
42. Fegan, N., & Jensen, I. (2018). The role of meat in foodborne disease: Is there a coming revolution in risk assessment and management? *Meat Science*, 144, 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.018>
43. 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. <https://doi.org/10.1155/2016/9523621>

ORCID

V. Kotelevych 	https://orcid.org/0000-0002-5886-1917
O. Pinsky 	https://orcid.org/0000-0002-1978-5261
S. Hural'ska 	https://orcid.org/0000-0001-7383-1989
V. Honcharenko 	https://orcid.org/0000-0002-2183-8828
T. Budnik 	https://orcid.org/0000-0002-9754-3938



2025 by the author(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.

The peculiarities of dairy cows' treatment for subclinical endometritis

T. Panasova | B. Kyrychko

Article info

Correspondence Author

T. Panasova

E-mail:

tetiana.panasova@pdau.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine**Citation:** Panasova, T., & Kyrychko, B. (2025). The peculiarities of dairy cows' treatment for subclinical endometritis. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 181–186. doi: 10.31210/spi2025.28.03.27

Subclinical endometritis in dairy cows is one of the reasons of their infertility. Without having obvious clinical signs, this disease decreases cows' fertility, which is manifested by lowering the level of impregnation capacity, increasing insemination index, growing the number of concealed abortions, and, thus, the increase in the amount of infertility days. As a result of the above mentioned, farms suffer considerable economic losses connected with getting not enough calf crop, milk, and also keeping and the treatment of infertile cows. The purpose of our studies was to find the effectiveness of various treatment schemes of cows suffering from subclinical endometritis. The work was conducted on different farms of Kharkiv and Poltava regions. The research was made on infertile cows of Ukrainian local dairy breed and black Holstein aged 4–9 years on the 80–120th day of lactation. Subclinical endometritis was diagnosed by cows' gynecological examination and ultra-sonography of their reproductive system. The treatment of animals (n=103) was conducted using anti-bacterial and anti-inflammatory preparations, the preparations of prostaglandin F2 α and uterotonics (the schemes varied depending on farms). The efficacy of treatment was determined by ultra-sound diagnostics of cows' genitals on the 5th day after the treatment and ultra-sound diagnostics of pregnancy on the 30–35th day after insemination. It was found that in case of subclinical endometritis, the increase in the average diameter of the horns of uterus to 1.5 $\pm$ 0.06 cm took place with the presence unechogenic content in the uterus and endometrium thickening to 0.32 $\pm$ 0.02 cm. The ovaries of all the cows were active having follicles and yellow bodies of different maturity degrees. The concurrent inflammatory processes in the genitals were not revealed. The use of treatment scheme including ichglucovit, estrofan, oxytocin, ceftiofur and prozerin, ensured the recovery of 89 % of the cows suffering from subclinical endometritis. In case of the therapy consisting of ceftiofur, kefen and uterotone, 76 % of cows recovered. The level of cows' infertility on these farms was 130 $\pm$ 10 and 132 $\pm$ 9, respectively (p<0.05). The complex treatment of cows using galapan, climexin and the tincture of hellebore by intrauterine application as well as the scheme including vetapirin, vetaglan and metrin were less effective; in this case, about half of the cows recovered with infertility days of 155 $\pm$ 10 and 145 $\pm$ 11, respectively (p<0.05). After the treatment, the cows were inseminated rectally with frozen-defrosted semen in payettes with the interval of 12 hours by the fact of natural estrus. In this case, 82.5 % of cows (n=85) were impregnated, of which 72.9 % had insemination index of 1.5 $\pm$ 0.5, and 23.5 % of animals – 3.5 $\pm$ 0.5. 17.4 % of animals (p<0.05) remained infertile.

Keywords: dairy cows, subclinical endometritis, treatment.

Особливості лікування молочних корів за субклінічного ендометриту

Т. Г. Панасова | Б. П. Киричко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Субклінічний ендометрит у молочних корів є однією з причин неплідності. Немаючи явних клінічних ознак це захворювання зменшує плодючість корів, що проявляється у зниженні рівня заплідненості, збільшенні індексу осіменіння, зростанні кількості прихованих абортів, а, отже збільшенні кількості днів неплідності. Як наслідок цього, господарства зазнають значних економічних втрат, пов'язаних із недоотримання приплода, молока, а також утриманням та лікуванням неплідних тварин. Метою наших досліджень було встановити ефективність різних схем лікування корів із субклінічним ендометритом. Робота виконувалася у різних господарствах Харківської та Полтавської областей. Дослідження проводилися на неплідних коровах порід червоно-ряба українська молочна та чорний голштин віком 4–9 років на 80–120-й день лактації. Діагноз на субклінічний ендометрит ставили шляхом гінекологічного обстеження корів та ультрасонографії їх статевих систем. Лікування тварин (n=103) проводили, застосовуючи антибактеріальні та протизапальні препарати, препарати простагландину F2 α та утеротоніки (схеми різнилися, в залежності від господарств). Ефективність лікування встановлювали шляхом ультразвукової діагностики статевих органів корів на 5-й день після лікування та УЗД вагітності на 30–35-й день після осіменіння. Встановлено, що за субклінічного ендометриту відбувається збільшення середнього діаметра рогів матки до 1,5 $\pm$ 0,06 см з наявністю анехогенного вмісту у матці та потовщення ендометрію до 0,32 $\pm$ 0,02 см. Яєчники всіх корів були активними із наявністю в них фолікулів та жовтих тіл різного ступеня зрілості. Супутніх запальних процесів геніталій не виявлено. Застосування схеми лікування, що включала іхглюковіт, естрофан, окситоцин, цефтіофур та прозерин забезпечило одужання 89 % корів із субклінічним ендометритом. За терапії, до складу якої входили цефтіоклін, кефен та утеротон одужало 76 % тварин. Рівень неплідності корів в цих господарствах був 130 $\pm$ 10 та 132 $\pm$ 9 днів відповідно (p<0,05). Комплексне лікування корів із використанням галапана, клімексина та настоянки чемериці внутрішньоматково та схема, що включала ветапірин, ветеглан та метрин були менш ефективними, при цьому, одужало близько половини тварин, з кількістю днів неплідності 155 $\pm$ 10 та 145 $\pm$ 11 відповідно (p<0,05). Після лікування корови були осіменені заморожено-відтанутою спермою у пайетах ректо-цервікально двічі з інтервалом 12 годин за фактом природної статевої охоти. При цьому, 82,5 % корів (n=85) завагітніли, з яких 72,9 % мали індекс осіменіння 1,5 $\pm$ 0,5, а 23,5 % тварин – 3,5 $\pm$ 0,5. Неплідними залишилися 17,4 % тварин (p<0,05).

Ключові слова: молочні корови, субклінічний ендометрит, лікування.**Бібліографічний опис для цитування:** Панасова Т. Г., Киричко Б. П. Особливості лікування молочних корів за субклінічного ендометриту. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 181–186.

Вступ

Субклінічний ендометрит (СЕ) – це безсимптомне запалення ендометрію, що спричинює значне зниження фертильності за відсутності клінічних ознак. Корови із латентним ендометритом мають нижчий рівень заплідненості (31,4 %) при першому штучному осіменінні (проти 47,8 % у клінічно здорових), вищий індекс осіменіння – 2,8–3,2, у порівнянні із здоровими коровами (1,7) [1, 2]. Так, за даними Salasel et al., 2010, заплідненість у корів із субклінічним ендометритом була на рівні 5 % у порівнянні з клінічно здоровими – 47 % [3]. Kasimanickam et al., 2004 вказують, що корови з СЕ мають нижчий рівень вагітності 41 % у порівнянні із здоровими – 51 % [4]. Крім того, у 95 % тварин із СЕ сервіс-період становить в середньому 159 днів (126–186 днів), порівняно з 95 % здорових корів (115 днів; з коливанням від 106 до 132 днів) [5, 6]. Також, автори повідомляють, що за субклінічного ендометриту рівень прихованих абортів становить 18,2 %, (4,7 % у клінічно здорових) [7].

За різними даними, субклінічний ендометрит реєструється у 9–53 % корів між 20–60-ми днями після отелення через різні фактори ризику [8, 9]: кетоз, стійлове або безприв'язне утримання тварин, характер підстилки, що використовується тощо [10]. На поширеність захворювання впливає також і наявність у худоби в анамнезі гострого післяродового ендометриту, так латентне запалення було діагностовано у 40,9 % корів, вилікуваних від клінічного ендометриту [11].

Оскільки за СЕ відсутні будь-які клінічні ознаки, такі методи діагностики післяродових захворювань як ректальна пальпація, вагіноскопія недостатньо точні для виявлення корів з латентним ендометритом і вчасна діагностика цієї патології часто обмежена [12].

Діагностика субклінічного ендометриту проводиться за допомогою різних методів, таких як: визначення відсотка поліморфонуклеарних клітин (ПМНК) у цервікальному слизі, вимірювання рН естрального слизу, тест на рухливість спермійів у естральному слизу тощо [13]. Так, поріг ПМНК для ідентифікації СЕ варіюється від 4 до 18 %, залежно від часу після пологів. За даними Dubuc et al., 2010, відповідно до стадії післяпологового періоду, субклінічний ендометрит визначається наявністю >8 % нейтрофілів у цитологічних зразках матки через 21–33 дні після отелення, >6 % – через 34–46 днів, та >4 % ПМНК через 48 днів після пологів [14]. Madoz et al., 2014 за латентного запалення ендометрію виявляли зміну кольору естрального слизу на світло-жовтуватий, збільшення значення рН цервікального слизу до $7,800 \pm 0,0577$, порівняно зі здоровими коровами ($7,271 \pm 0,034$), а також аглютинацію та загибель більшості спермійів у корів, що страждали на субклінічний ендометрит [15].

Корисним діагностичним інструментом, який використовується для діагностики СЕ є транс-ректальна ультрасонографія. Сонографічними

ознаками субклінічного ендометриту є збільшення діаметру просвіту рогів матки з наявністю в них рідини та збільшення товщини ендометрія [16, 17].

Зрештою, бактеріологія як діагностичний інструмент СЕ не рекомендується, оскільки мікробіом матки корів за субклінічного ендометриту подібний з таким у здорових [18–20].

У світовій практиці молочного тваринництва, зокрема й в молочно-товарних господарствах України застосовується програми синхронізації статевого циклу у корів за допомогою препаратів гонадотропін-рилізінг гормону, простагландину F2 α (PGF2 α) тощо без попереднього лікування тварин з гінекологічними захворюваннями. Так, Kasimanickam et al., 2006, повідомляв, що наявність субклінічного ендометриту у корів на початку програми Presynch-Ovsynch синхронізації тички не зменшувало показник заплідненості у молочних корів [21]. А за даними Kravetskiy et al., 2015, за застосуванні протоколів синхронізації настає одужання у 57,1–60,6 % корів із СЕ, із запліднюваністю 43,8–45 %, але у 12,5–18,2 % тварин реєструються субклінічні аборти [22]. Тому для мінімізації збитків від неплідності молочної худоби в наслідок субклінічного ендометриту доцільно осіменяти корів повністю вилікуваних від латентних запальних процесів матки.

Лікування корів із СЕ шляхом внутрішньоматкового введенням антибіотиків або анти-мікробних препаратів, а також системним введенням препаратів PGF2 α описано в літературі та широко поширене в рутинній практиці як основний варіант терапії тварин за цієї патологією [23, 24].

Проте, поряд з традиційним лікуванням антибіотиками та препаратами PGF2 α практикується й альтернативна терапія. Так, автори за цієї патології застосовували протеолітичні ферменти внутрішньоматково у вигляді мазі «Мастивексим», що містить трипсин, хімотрипсин, папаїн, α -токоферолу ацетат та ретинілпальмітат. За їх повідомленням таке лікування збільшило рівень вагітності від першого осіменіння до 50 % порівняно з контрольними аналогами, які терапію не отримували (20 %) [25]. Menoud et al., 2024, у своїх роботах встановили, що рослинний препарат EucaComp® PlantaVet, що містить спиртові екстракти *Calendula officinalis* L., *Mellissa officinalis* L., *Origanum majorana* L. та *Eucalyptus globulus* Labill, введений внутрішньоматково сприяв клінічному одужанню 64 % корів з субклінічним ендометритом [26]. У роботі Polat et al., 2015, повідомлялося, що внутрішньоматкове лікування озоном мало такий самий терапевтичний ефект, як і рифаксимін, що може бути використано як варіант терапії без антибіотиків за лікування корів із СЕ [27].

Таким чином, правильне розуміння факторів ризику субклінічного ендометриту у молочної худоби та його раннє виявлення з подальшим своєчасним терапевтичним втручанням допоможуть мінімізувати втрати, які несуть молочні господарства через СЕ.

Мета дослідження

Метою досліджень було встановити ефективність різних схем лікування корів із субклінічним ендометритом.

Матеріали і методи

Дослідження проводилися у господарствах Харківської та Полтавської областей на неплідних

коровах породи українська червоно-ряба молочна та голштин віком 4–9 років на 80–120-й день після отелення. Діагноз на субклінічний ендометрит ставили аналізуючи звітну документацію господарств, шляхом клінічного огляду корів та ультразвукографії їх статевих органів з використанням УЗД апарата для крупних тварин КХ5200 (Китай). Схеми лікування тварин різнилися, в залежності від господарства (*табл. 1*).

Таблиця 1

Схеми лікування корів за хронічного субклінічного ендометриту

День лікування	Господарство 1	Господарство 2	Господарство 3	Господарство 4
Препарат, доза, шлях введення				
1-й	Іхглюковіт 40 мл, у паравагінальну Клітковину; Естрофан 2 мл, в/м'язово; Окситоцин, 7 мл п/шкірно (через 6–8 год. після введення естрофана); Цефтіофур, 10 мл, п/шкірно	Цефтіоклін 10 мл, в/м'язово; Кефен 15 мл в/м'язово; Утеротон 10 мл в/м'язово	Галапан 4 мл в/м	Ветапирин – 1–2 туби (залежно від розміру матки) в/матково
2-й	Окситоцин Цефтіофур	Цефтіоклін; Кефен		Ветеглан – 2 мл в/м'язово
3-й	Іхглюковіт; Окситоцин; Цефтіофур	Цефтіоклін; Кефен; Утеротон		Метрин 15 мл в/м'язово
4-й	Окситоцин	Цефтіоклін; Кефен	Клінексін 20 мл; Настоянка чемериці 5 мл в/матково	
5-й	Іхглюковіт; Прозерин	Цефтіоклін; Кефен; Утеротон		
6-й			Клінексін; Настоянка чемериці	
7-й				Ветеглан
14-й				Ветеглан

Ефективність лікування встановлювали шляхом повторної ультразвукової діагностики геніталій на 5-й день після лікування а також УЗД вагітності на 30–35-й день після осіменіння та контрольної діагностики тільності на 90-й день.

Результати та їх обговорення

Статевий цикл корів за субклінічного ендометриту був ритмічний та повноцінний, але тварини мали більшу кількість осіменіння $3,5 \pm 0,5$, порівняно із здоровими коровами ($1,5 \pm 0,5$), та триваліший сервіс-період – до 140 ± 10 днів (90 ± 15 – у клінічно здорових). У деяких корів після чисельних осіменінь вагітність не наставала. Про подібну картину за латентного ендометриту повідомляли Rinaudo et al., 2017, Schlegl et al., 2020 [28, 29]. У корів за субклінічного ендометриту ми не спостерігали явних клінічних ознак: геніталії їх були у нормі, окрім незначного збільшення рогів матки та зменшення тонуусу міометрію. Яєчники майже всіх тварин були активні, з різного ступеня зрілості фолікулами та жовтими тілами. Схожі дані про клінічні ознаки за СЕ були отримані науковцями Lincke et al., 2007, Sidashova et al., 2024, Yaholnyk, 2025 [30–32].

За ультразвукової діагностики матки корів із субклінічним ендометритом виявлено: збільшення середнього діаметра рогів матки до $1,5 \pm 0,06$ см з наявністю анехогенного вмісту у матці; потовщення ендометрію до $0,32 \pm 0,02$ см. Подібну ехокартину за субклінічного ендометриту у корів описували

такі дослідники як: Purohit et al., 2013, Parikh et al., 2022 [12, 16]. Супутніх запальних процесів геніталій у корів не виявлено.

При проведенні повторної сонографії матки корів після лікування встановлено зменшення діаметру рогів матки до $1,3 \pm 0,1$, товщини ендометрію до $0,2 \pm 0,05$ см, відсутність анехогенного вмісту у її порожнині. Таких тварин вважали клінічно здоровими. Результати лікування представлені у *таблиці 2*.

Таблиця 2

Результати лікування корів

Господарство	Клінічно здорові		Не одужали		Днів неплідності
	гол.	%	гол.	%	
Господарство 1 (n=47)	42	89	5	11	130±10
Господарство 2 (n=39)	30	76	9	24	132±9
Господарство 3 (n=25)	12	48	13	52	155±10
Господарство 4 (n=35)	19	54	16	46	145±11

Таким чином, найбільш ефективною виявилася схема, що включала застосування іхглюковіту, естрофану, окситоцину, цефтіофуру та прозерину (*табл. 1*). При застосуванні цієї схеми одужало 89 % корів із субклінічним ендометритом. Деяко гірші показники були при проведенні терапії, що складалася із застосування цефтіокліну, кефену та утеротону, за такого лікування одужало 76 % тварин. Кількість днів

неплідності в цих господарствах була 130 ± 10 та 132 ± 9 відповідно ($p < 0,05$). Про ефективність застосування антибактеріальних препаратів, простагландинів та нестероїдних протизапальних препаратів за лікування корів із СЕ повідомлялося у роботах таких науковців як: Lima et al., 2013, Priest et al., 2013, El-Rheem et al., 2019 [33–35]. Лікування корів в господарствах 3 та 4 виявилося менш ефективним, за таких методів одужало близько половини корів, при цьому вони мали рівень неплідності 155 ± 10 (господарство 3) та 145 ± 11 (господарство 4) днів ($p < 0,05$).

На наступному етапі клінічно здорових тварин ($n=103$), при встановленні в них статевої охоти, осіменяли ректо-цервікальним способом відтанутою спермою, замороженою у пайетах двічі з інтервалом 12 годин. Результати осіменіння представлені на **рисунку 1**.

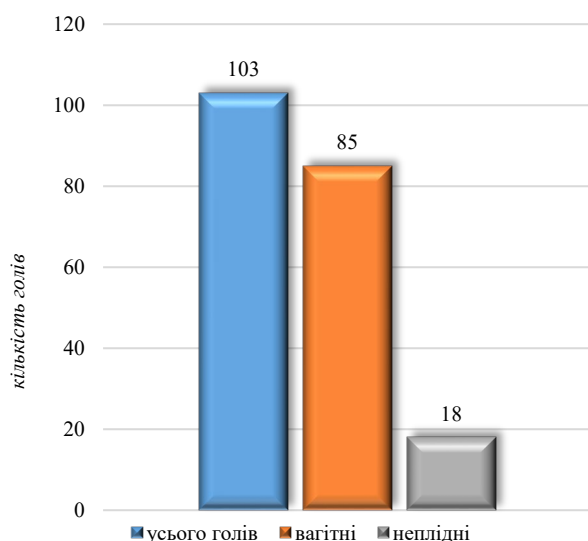


Рис. 1. Рівень вагітності корів після лікування

Так, при першій діагностиці вагітності на 32-й день у 85 голів корів було виявлено тільність, натомість 17,4 % тварин залишилися неплідними. Таким чином, рівень вагітності склав 82,5 % ($p < 0,05$).

Аналізуючи кількість осіменіння на одне успішне запліднення нами були отримані наступні дані (**табл. 3**).

Таблиця 3

Індекс осіменіння корів із субклінічним ендометритом після лікування

Індекс осіменіння (ІО)	Вагітні (n=85)	
	гол.	%
ІО $1,5 \pm 0,5$	62	72,9
ІО $3,5 \pm 0,5$	20	23,5
ІО 5 ± 0	3	3,5
Усього голів	85	100

Отже, 72,9 % корів були запліднені після 1–2-го осіменіння, що відповідає нормі; 20 голів запліднилися після 3–4-х осіменіння і 5,5 % мали індекс осіменіння 5 ± 0 . При повторній діагностиці вагітності на 90-й день у 6-ти корів вагітність не була підтверджена, що, ймовірно, було наслідком суб-

клінічного аборту. Про ранню ембріональну смертність, як причини прихованих абортів за субклінічних ендометритів, повідомляли українські науковці Buhrov et al., 2015, Kraievskiy et al., 2015, Travetsky et al., 2017 [7, 22, 36].

Таким чином, комплексне лікування корів за субклінічного ендометриту із застосуванням антибактеріальних препаратів, простагландину F2α та утеротоніків сприяла їх одужанню та покращило репродуктивну здатність тварин [37, 38]. Також необхідно відмітити, що при застосуванні антибіотиків, діючою речовиною яких є цефтіофуру гідрохлорид споживання молока дозволяється без обмежень, що є важливим економічним чинником при розробці схем лікування. В той же час, введення антибіотиків до терапії корів має бути пов'язане з покращенням раціонів, у разі дефіциту поживних речовин і наявності у корів метаболічних порушень, на що вказують Adnane et al., 2017, [39].

Висновки

Встановлено, що за субклінічного ендометриту у корів відсутні явні клінічні ознаки, за ритмічного та повноцінного статевих циклу збільшується кількість осіменіння на одне продуктивне запліднення – $3,5 \pm 0,5$, порівняно із здоровими коровами ($1,5 \pm 0,5$), та тривалість сервіс-періоду – до 140 ± 10 днів (90 ± 15 – у клінічно здорових), частина тварин після чисельних осіменіння залишилися неплідними. При проведенні гінекологічного обстеження із застосуванням ультразвукографії виявлено: збільшення середнього діаметра рогів матки до $1,5 \pm 0,06$ см з наявністю анехогенного вмісту у них та потовщення ендометрію до $0,32 \pm 0,02$ см ($p < 0,05$). Встановлено, що застосування схеми лікування, в складі якої були такі препарати як: іхтіоловіт, естрофан, окситоцин, цефтіофур та прозерин сприяло одужанню 89 % корів ($p < 0,05$). При проведенні терапії цефтіокліном, кефеном та утеротонном одужало 76 % тварин. Визначено, що 82,5 % корів після лікування завагітніли, з яких 72,9 % мали індекс осіменіння $1,5 \pm 0,5$ а 23,5 % тварин – $3,5 \pm 0,5$. Неплідними залишилися 17,4 % тварин.

Перспективи подальших досліджень. Наразі існує потреба знайти альтернативну терапію з використанням природних ресурсів для посилення загальної резистентності та резистентності тканин матки молочних корів.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Paiano, R. B., Bonilla, J., Pugliesi, G., Moreno, A. M., & Baruselli, P. S. (2023). Evaluation of clinical and subclinical endometritis impacts on the reproductive performance and milk production of dairy cows in Brazilian herds. *Reproduction in Domestic Animals*, 58 (3), 414–422. <https://doi.org/10.1111/rda.14301>

2. Carneiro, L. C., Ferreira, A. F., Padua, M., Saut, J. P., Ferraudo, A. S., & dos Santos, R. M. (2014). Incidence of subclinical endometritis and its effects on reproductive performance of crossbred dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*, 46 (8), 1435–1439. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0661-y>
3. Salasel, B., Mokhtari, A., & Taktaz, T. (2010). Prevalence, risk factors for and impact of subclinical endometritis in repeat breeder dairy cows. *Theriogenology*, 74 (7), 1271–1278. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.05.033>
4. Kasimanickam, R., Duffield, T. F., Foster, R. A., Gartley, C. J., Leslie, K. E., Walton, J. S., & Johnson, W. H. (2004). Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Theriogenology*, 62 (1–2), 9–23. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2003.03.001>
5. Bedewy, R. B., & Rahawy, M. A. (2019). Comparative study for detection of subclinical endometritis in local cows. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 7 (4), 289–294. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2019/7.4.289.294>
6. Kalynovskiy, H. M., Karpiuk, V. V., & Shnaider, V. L. (2013). Subklinichnyi khronichnyi endometryt i uskladnennia, shcho yoho suprovodzhuiut. *Naukovo-Tekhnichnyi Biuletyn*, 109 (1), 126–130. [in Ukrainian]
7. Travetskyy, M., Krajewski, A., & Musienko, Y. (2017). Prevention of embryonic mortality in cattle. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19 (77), 200–203. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7743>
8. Sidashova, S., Gutty, B., Shnaider, V., & Todoriuk, V. (2024). Distribution of chronic latent gynecological pathologies in dairy cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26 (115), 31–41. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11505>
9. Cheong, S. H., Nydam, D. V., Galvão, K. N., Crosier, B. M., & Gilbert, R. O. (2011). Cow-level and herd-level risk factors for subclinical endometritis in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 94 (2), 762–770. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3439>
10. Yáñez, U., Herradón, P. G., Becerra, J. J., Peña, A. I., & Quintela, L. A. (2022). Relationship between postpartum metabolic status and subclinical endometritis in dairy cattle. *Animals*, 12 (3), 242. <https://doi.org/10.3390/ani12030242>
11. Barański, W., Zduńczyk, S., Tobolski, D., & Krupa, M. (2024). Fertility outcomes in cows with subclinical endometritis after clinical cure of clinical endometritis. *Irish Veterinary Journal*, 77 (1). <https://doi.org/10.1186/s13620-024-00281-0>
12. Parikh, S. S., Kavani, F. S., Parmar, K. H., Patbandha, T. K., Singh, V. K., Ahlawat, A. R., & Kumar, R. (2022). Diagnostic and therapeutic management of subclinical endometritis in dairy bovine: A review. *Animal Reproduction Update*, 2 (2), 1–11. <https://doi.org/10.48165/aru.2022.2.2.1>
13. Kryvyi, M. F. & Franchuk-Kryva, L. O. (2021). Porivnialna efektyvnist metodiv diahnostryky subklinichnoho endometrytu u koriv. Aktualni pytannia sudovoi veterynarii, morfolohii ta patomorfolohii: tezy dopovidei Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (m. Odesa, 17–18 chervnia 2021 r.). (S.111–113.). Odesa: ODAU [in Ukrainian]
14. Dubuc, J., Duffield, T. F., Leslie, K. E., Walton, J. S., & LeBlanc, S. J. (2010). Definitions and diagnosis of postpartum endometritis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93 (11), 5225–5233. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3428>
15. Madoz, L. V., Giuliodori, M. J., Jaureguiberry, M., Plöntzke, J., Drillich, M., & de la Sota, R. L. (2013). The relationship between endometrial cytology during estrous cycle and cutoff points for the diagnosis of subclinical endometritis in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96 (7), 4333–4339. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6269>
16. Purohit, G. N., Dholpuria, S., Yadav, S., Barolia, Y., & Kumar, P. (2013). Diagnosis and treatment of clinical and sub-clinical endometritis - a clinical study in 30 cows. *Intas Polivet*, 14 (1), 31–33.
17. Lenz, M., Drillich, M., & Heuwieser, W. (2007). Evaluation of the diagnosis of subclinical endometritis in dairy cattle using ultrasound. *Berliner und Munchener Tierärztliche Wochenschrift*, 120 (5-6), 237–244.
18. Madoz, L. V., Giuliodori, M. J., Migliorisi, A. L., Jaureguiberry, M., & de la Sota, R. L. (2014). Endometrial cytology, biopsy, and bacteriology for the diagnosis of subclinical endometritis in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 195–201. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6836>
19. Pascottini, O. B., Van Schyndel, S. J., Spricigo, J. F. W., Rousseau, J., Weese, J. S., & LeBlanc, S. J. (2020). Dynamics of uterine microbiota in postpartum dairy cows with clinical or subclinical endometritis. *Scientific Reports*, 10 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69317-z>
20. Wang, M.-L., Liu, M.-C., Xu, J., An, L.-G., Wang, J.-F., & Zhu, Y.-H. (2018). Uterine microbiota of dairy cows with clinical and subclinical endometritis. *Frontiers in Microbiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02691>
21. Kasimanickam, R., Cornwell, J. M., & Nebel, R. L. (2006). Effect of presence of clinical and subclinical endometritis at the initiation of Presynch–Ovsynch program on the first service pregnancy in dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 95 (3–4), 214–223. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.10.007>
22. Kraievskiy, A. Y., Kurhuz, M. M., Lazorenko, A. B., & Kraievskiy, S. A. (2015). Likuvannia koriv za subklinichnoho endometrytu ta yoho profilaktyka. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu: Seriya Veterynarna Medytsyna*, 1 (36), 199–203. [in Ukrainian]
23. Barański, W., Baryczka, A., Zduńczyk, S., Tobolski, D., & Janowski, T. (2022). Prevalence of subclinical endometritis in dairy cows that recovered after treatment of clinical endometritis with cephalixin and PGF2a. *Theriogenology*, 192, 166–171. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.08.031>
24. Basarab, T. P. (2021). A Subklinichnij endometrit u koriv (diagnostika, patogeneza, likuvannia). *Extended abstract of PhD thesis*. Lviv [in Ukrainian]
25. Singh, J., Honparkh, M., Ghuman, S. P. S., Kumar, A., Dhindsa, S., & Chandra, M. (2022). Intrauterine proteolytic enzyme therapy for subclinical endometritis in dairy cattle. *The Indian Journal of Animal Reproduction*, 38 (1), 1–3. Retrieved from: <https://journals.acspublisher.com/index.php/ijar/article/view/3555>
26. Menoud, V., Holinger, M., Graf-Schiller, S., Mayer, P., Gerber, L., Walkenhorst, M., & Hirsbrunner, G. (2024). Comparison between intrauterine application of an antibiotic and an herbal product to treat clinical endometritis in dairy cattle – A randomized multicentre field study. *Research in Veterinary Science*, 172, 105250. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2024.105250>
27. Polat, B., Cengiz, M., Çolak, A., & Cannazik, O. (2015). Subklinik endometritisli ineklerde intrauterin ozon ve rifaksimin tedavisinin karşılaştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21 (5), 773–776. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2015.13690>
28. Rinaudo, A., Bernardi, S., & Marini, P. (2017). Relation between subclinical endometritis and reproductive efficiency in dairy cows in Argentina. *Journal of Veterinary Science & Technology*, 08 (06). <https://doi.org/10.4172/2157-7579.1000494>
29. Schlegl, R., Drillich, M., Ballas, P., Reinländer, U., Iwersen, M., Baumgartner, W., Ehling-Schulz, M., & Wagener, K. (2020). Field trial on the post-insemination intrauterine treatment of dairy cows with mild endometritis with cephalixin. *Theriogenology*, 156, 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.06.024>
30. Lincke, A., Drillich, M., & Heuwieser, W. (2007). Subclinical endometritis in dairy cattle and its effect on fertility - a review of recent publications. *Berliner und Munchener Tierärztliche Wochenschrift*, 120 (5-6), 245–250.
31. Sidashova, S. O., Gutty, B. V., Martyschuk, T. V., & Shnaider, V. L. (2024). Chronic latent inflammatory processes of reproductive organs of dairy cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26 (113), 202–211. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11330>
32. Yaholnyk, M. (2025). The peculiarities of spread and onset of chronic subclinical endometritis in dairy cows. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (2), 166–170. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.02.25>
33. Lima, F. S., Bisinotto, R. S., Ribeiro, E. S., Greco, L. F., Ayres, H., Favoreto, M. G., Carvalho, M. R., Galvão, K. N., & Santos, J. E. P. (2013). Effects of 1 or 2 treatments with prostaglandin F2a on subclinical endometritis and fertility in lactating dairy cows inseminated by timed artificial insemination. *Journal of Dairy Science*, 96 (10), 6480–6488. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6850>

34. Priest, N. V., McDougall, S., Burke, C. R., Roche, J. R., Mitchell, M., McLeod, K. L., Greenwood, S. L., & Meier, S. (2013). The responsiveness of subclinical endometritis to a nonsteroidal antiinflammatory drug in pasture-grazed dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96 (7), 4323–4332. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6266>
35. El-Rheem, S. M. A., Ghallab, R. S., & El-Sharkawy, S. (2019). SAT, a new approach in understanding and treatment of subclinical endometritis in dairy cows. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 09 (08), 109–119. <https://doi.org/10.4236/ojvm.2019.98010>
36. Buhrov, O. D., & Khmelkov, V. M. (2015). Rannia doimplantatsiina embrionalna smertnist u telyts ta koriv. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn*, 113, 52–57. [in Ukrainian]
37. Vallejo, D., Chaves, C., Benavides, C., Astaíza, J., & Zambrano, W. (2018). Occurrence of subclinical endometritis in dairy cattle and effect on reproductive efficiency. *Acta Scientiae Veterinariae*, 46 (1), 7. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.81824>
38. Tek, Ç., Sabuncu, A., İkiz, S., Bağcigil, F., Gündüz, M. C., Kiliçarslan, M. R., & Özgür, Y. (2010). The effect of a single administration of parenteral oxytetracycline and flunixin meglumine combination on the reproductive performance of dairy cows with subclinical endometritis. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 34 (4), 319–325. <https://doi.org/10.3906/vet-0711-31>
39. Adnane, M., Kaidi, R., Hanzen, C., & England, G. C. W. (2017). Risk factors of clinical and subclinical endometritis in cattle: a review. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41, 1–11. <https://doi.org/10.3906/vet-1603-63>

ORCID

T. Panasova 
B. Kyrchko 

<https://orcid.org/0000-0002-4103-7956>
<https://orcid.org/0000-0003-1463-5501>



2025 by the author(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.

Carbohydrate-lipid metabolism in piglets exposed to iron and germanium nano-compounds

O. Kovalchuk¹ | V. Tomchuk¹ | V. Danchuk¹ | V. Karpovskiy² | P. Karpovskiy¹ | V. Melnychuk³

Article info

Correspondence Author

O. Kovalchuk

E-mail:

kovalchuk.azalea@gmail.com

¹ National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Heroiv Defence Str., 15, Kyiv,
03041, Ukraine² Odesa State Agrarian University,
Panteleimonivska Str., 13, Odesa,
6500, Ukraine³ Poltava State Agrarian University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine**Citation:** Kovalchuk, O., Tomchuk, V., Danchuk, V., Karpovskiy, V., Karpovskiy, P., & Melnychuk, V. (2025). Carbohydrate-lipid metabolism in piglets exposed to iron and germanium nano-compounds. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 187–192. doi: 10.31210/spi2025.28.03.28

A complex assessment was carried out to evaluate the effects of iron and germanium nano-compounds on energy metabolism in sows and the post-natal adaptation of their piglets. The objective was to determine how administering daily doses of iron (3 mg) and germanium (0.01 mg) nano-compounds to sows starting 10 days before farrowing influences carbohydrate and lipid metabolism indicators in the blood of their offspring. For this purpose, 24 sows of Large White breed were equally divided into the experimental and control groups (n=12). Piglet blood from the two groups was sampled on the 2, 7, and 21 day of life to determine the concentrations of glucose, lactate, pyruvate and non-esterified fatty acids (NEFA). The statistical processing was conducted using one-factor and two-factor ANOVA ($P \leq 0.05$). It was found that in 2-day-old piglets from the experimental group, the level of lactate increased by 24.1 % ($P < 0.001$), the lactate/pyruvate ratio decreased by 26.0 % ($P < 0.001$), and at the same time glucose and NEFA concentrations fell by 5.3–6.5 % ($P = 0.05–0.01$), while triacylglycerol (TAG) and total cholesterol rose by 9.3–9.8 % ($P < 0.01$). Seven-day-old piglets displayed a 16.9 % reduction in lactate/pyruvate ratio ($P < 0.001$) accompanied by the increased pyruvate content, and 21-day-old piglets showed moderate increases in both lactate and pyruvate with a significant decrease in their ratio ($P < 0.05$). Lipid metabolism in 7-day-old piglets was marked by 16.7–22.3 % increases in TAG and cholesterol levels in blood plasma ($P < 0.001$), whereas NEFA content tended to decline. Two-factor ANOVA confirmed statistically significant nano-compound effects on lactate content ($F = 13.6$; $P < 0.01$, TAG ($F = 28.8$; $P < 0.001$), cholesterol ($F = 8.5$; $P < 0.01$), and lactate/pyruvate ratio in blood plasma ($F = 24.2$; $P < 0.001$). The results indicate an activation of carbohydrate and lipid metabolism in sows under the influence of iron and germanium nano-compounds, as well as improved metabolic readiness of piglets for post-natal adaptation. This opens up prospects for the use of these nano-complexes to enhance the productivity and resilience of pig stock.

Keywords: pigs, iron nano-compounds, germanium nano-compounds, carbohydrate metabolism, lipid metabolism, post-natal adaptation.

Вуглеводнево-ліпідний обмін в організмі поросят за дії наносполук феруму та германію

О. О. Ковальчук¹ | В. А. Томчук¹ | В. О. Данчук¹ | В. В. Карповський² | П. В. Карповський¹ | В. В. Мельничук³¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна² Одеський державний аграрний університет,
м. Одеса, Україна³ Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна

У ході дослідження було проведено комплексну оцінку впливу наносполук феруму та германію на енергетичний метаболізм свиноматок і постнатальну адаптацію їх поросят. Метою роботи стало визначення ефекту введення свиноматкам за 10 днів до опоросу добової дози наносполук феруму (3 мг) та германію (0,01 мг) на показники вуглеводного та ліпідного обміну в крові отриманого приплоду. Для цього 24 свиноматок породи велика біла було рівномірно розподілено на дослідну й контрольну групи (n=12). Кров поросят дослідної та контрольної груп відбирали на 2-гу, 7-му та 21-шу добу життя для визначення концентрацій глюкози, лактату, пірувату, загального холестеролу, триацилгліцеролів та неестерифікованих жирних кислот. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою однофакторного та двофакторного дисперсійного аналізу ($P \leq 0.05$). Встановлено, що у 2-добових поросят дослідної групи рівень лактату в плазмі крові зріс на 24,1 % ($P < 0.001$), співвідношення лактат/піруват знизилося на 26,0 % ($P < 0.001$), водночас концентрації глюкози та неестерифікованих жирних кислот зменшилися на 5,3–6,5 % ($P = 0.05–0.01$); вміст триацилгліцеролів і загального холестеролу підвищився на 9,3–9,8 % ($P < 0.01$). У 7-добових поросят визначено зниження відношення лактат/піруват на 16,9 % ($P < 0.001$) із наступним підвищенням вмісту пірувату в плазмі крові, у 21-добових – помірне збільшення лактату та пірувату за достовірного зменшення їх співвідношення ($P < 0.05$). Ліпідний обмін у 7-добових поросят характеризувався підвищенням в плазмі крові рівня триацилгліцеролів і холестеролу на 16,7–22,3 % ($P < 0.001$), тоді як вміст неестерифікованих жирних кислот демонстрував тенденцію до зниження. Двофакторний аналіз підтвердив статистично значущий вплив наносполук на вміст лактату ($F = 13,6$; $P < 0,01$), триацилгліцеролів ($F = 28,8$; $P < 0,001$), холестеролу ($F = 8,5$; $P < 0,01$), і відношення лактат/піруват в плазмі крові ($F = 24,2$; $P < 0,001$). Результати свідчать про активізацію вуглеводного й ліпідного обміну у свиноматок під дією наносполук феруму та германію та про покращення метаболічної готовності поросят до постнатальної адаптації. Це відкриває перспективи застосування даних нанокомплексів для підвищення продуктивності та резистентності поголів'я свиней.

Ключові слова: свині, наносполуки заліза, наносполуки германію, вуглеводний обмін, ліпідний обмін, постнатальна адаптація.**Бібліографічний опис для цитування:** Ковальчук О. О., Томчук В. А., Данчук В. О., Карповський В. В., Карповський П. В., Мельничук В. В. Вуглеводнево-ліпідний обмін в організмі поросят за дії наносполук феруму та германію. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 187–192.

Вступ

Основною метою свинарства є забезпечення високої виживаності та оптимального набору ваги новонароджених поросят до відлучення, оскільки це суттєво впливає на їхню адаптацію до нових умов та темпи росту [1]. Пізній передродовий і ранній післяпологовий періоди належать до найбільш енерговитратних у житті свиноматок, адже в цей час відбувається інтенсивна мобілізація ресурсів для синтезу молока, росту молочної залози та фізіологічних затрат при опоросі [2, 3]. Ключовим субстратом для виробництва молока є глюкоза, синтез якої стимулюється підвищенням рівнів адреналіну й кортизолу в крові до та під час пологів [4]; за нестачі енергопостачання у свиноматок відзначаються затримка розвитку поросят, ускладнення пологів і зниження лактації, що підвищує пренатальну та постнатальну смертність і знижує продуктивність поголів'я [5, 6]. Потреба в глюкозі під час лактації є надзвичайно високою – близько 140 г на виробництво 1 л молока [7] – тому пошук ефективних засобів покращення вуглеводного й ліпідного обміну в організмі свиноматок є вкрай актуальним.

У цьому контексті наносполуки феруму та германію розглядаються як перспективні метаболічні модулятори, здатні підвищувати інтенсивність енергетичного обміну й підтримувати гомеостаз у свиноматок у критичні періоди опоросу та лактації. Ми припускаємо, що застосування цих нанокомплексів сприятиме не лише покращенню виробничих показників самих свиноматок, а й підвищенню резистентності та продуктивності отриманих від них поросят.

Мета дослідження

Мета дослідження – встановити ступінь і характер впливу задавання свиноматкам наносполук феруму та германію на окремі показники вуглеводно-ліпідного обміну в організмі отриманих від них поросят.

Матеріали і методи

Експериментальну частину роботи проведено у ТОВ «Кошет», с. Чапівці, Мукачевського району, Закарпатської області на 24 свиноматках великої білої породи, віком 2–3 роки, яких за принципом аналогів було розділено на дві групи (контрольна і дослідна) по 12 тварин в кожній. Свиноматкам дослідної групи за 10 діб до опоросу, протягом десяти діб випоювали комплекс наносполук мікроелементів феруму – 3 мг/добу та германію – по 0,01 мг/добу. Тваринам контрольної групи наносполуки не задавали. Матеріалом для досліджень слугували зразки крові від 5 поросят отриманих від свиноматок дослідних груп відібрані на 2-гу, 7-му та 21-шу добу життя. Кров для дослідження у поросят отримували з краніальної порожнистої вени. У всіх зразках крові, у навчально-науковій лабораторії ветеринарно-діагностичних досліджень кафедри біохімії і

фізіології тварин імені академіка М. Ф. Гулого, проводили визначення вмісту глюкози, лактату, пірувату, загального холестеролу (ЗХ), триацилгліцеролів (ТАГ) та неестерифікованих жирних кислот (НЕЖК).

Одержані результати піддавали статистичній обробці за допомогою прикладного програмного комплексу «Microsoft Office Excel 2019» (визначали середньоарифметичну величину, її похибку, коефіцієнт кореляції, та проводили одно- та двофакторний дисперсійний аналіз). Результати вважали за достовірні за $P \leq 0,05$.

Експеримент проведено із дотримання вимог ЗУ № 3447–IV від 21.02.06 «Про захист тварин від жорстокого поводження» та узгоджено з принципами «Європейської конвенції з захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986).

Результати та їх обговорення

Проведеними раніше дослідженнями встановлено, що введення наносполук феруму та германію свиноматкам призводить до стабільного підвищення вмісту церулоплазміну в крові як самих свиноматок, так і отриманих від них поросят [9], суттєво посилює інтенсивність вуглеводного обміну в організмі свиноматок [10], поліпшує показники ліпідного обміну в їх крові [11] та стимулює еритропоез у поросят у ранньому постнатальному періоді [12].

Задавання свиноматкам наночастинок феруму і германію впливало на показники обміну вуглеводів в організмі отриманих від них поросят (*табл. 1*).

Таблиця 1

Вміст глюкози, лактату та пірувату в крові поросят отриманих від свиноматок дослідних груп, ммоль/л ($M \pm m$, $n=5$)

Вік поросят, діб	Групи тварин	
	контрольна	дослідна
Вміст глюкози, ммоль/л		
2-добові	7,58±0,13	7,18±0,14*
7-добові	7,24±0,13	6,96±0,21
21-добові	7,54±0,23	7,62±0,25
Вміст лактату, ммоль/л		
2-добові	2,286±0,087	1,734±0,105**
7-добові	1,892±0,086	1,674±0,064
21-добові	2,162±0,052	1,896±0,085*
Вміст пірувату, ммоль/л		
2-добові	54,8±2,18	56,12±1,862
7-добові	66,34±3,103	70,62±1,783
21-добові	74,18±3,472	77,84±2,354
Відношення лактат/піруват		
2-добові	41,7±0,4	30,9±1,5***
7-добові	28,5±0,4	23,7±0,9***
21-добові	29,4±1,6	24,4±1,2*

Примітки: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ показники достовірні відносно аналогічних у контрольній групі.

Так, в крові 2-добових поросят дослідної групи вміст глюкози в плазмі крові був на 5,3 % ($P < 0,05$) менше, а вміст лактату та відношення лактату до пірувату менше відповідно на 24,1 % ($P < 0,001$) та 26,0 % ($P < 0,001$) відповідно до показників поросят контрольної групи.

З 2-ї до 7-ї доби життя у крові поросят дослідної групи вміст глюкози зменшується на 4,5 %, лактату на 11,2 % та відношення лактату до пірувату на 31,6 % ($P<0,001$). У цей час вміст глюкози та лактату в крові поросят дослідної групи перестає відрізнятися від такого у контрольних тварин. Відмітимо збільшення вмісту пірувату в крові поросят контрольної та дослідної груп з 2- до 7-добового віку відповідно на 21,1 % ($P<0,001$) та 25,8 % ($P<0,001$). У 7-добових поросят дослідної групи лише відношення лактату до пірувату достовірно менше на 16,9 % ($P<0,001$) від такого у тварин контрольної групи. З 7-ї до 21-ї доби життя у крові поросят дослідної групи вміст глюкози в плазмі крові достовірно не змінюється, однак встановлено зростання вмісту лактату на 14,3 % ($P<0,05$) та пірувату на 11,8 % ($P<0,01$), при цьому відношення лактату до пірувату не змінилось. Відмітимо, що відношення лактату до пірувату в крові 21-добових поросят дослідної групи достовірно менше (на 16,8 %; $P<0,05$) від такого у поросят контрольної групи, тоді як інші показники обміну вуглеводів у цих тварин достовірно не різнились.

Задавання наносполук феруму та германію свиноматкам має достовірний вплив на вміст глюкози ($\eta^2_\chi=0,41$; $P<0,05$), вміст лактату ($\eta^2_\chi=0,72$; $P<0,01$) та відношення лактату до пірувату ($\eta^2_\chi=0,89$; $P<0,001$) в плазмі крові 2-добових поросят (рис. 1).

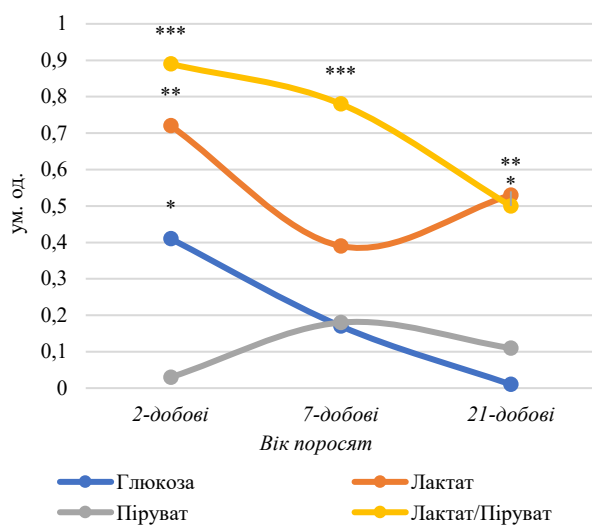


Рис. 1. Вплив (η^2_χ) задавання наносполук феруму та германію свиноматкам на вміст глюкози, лактату, пірувату та відношення лактат/піруват в плазмі крові поросят

Примітки: * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$; *** – $P<0,001$.

З 2-ї до 7-ї доби життя поросят вплив на вміст глюкози і лактату істотно зменшується та стає недостовірним ($\eta^2_\chi=0,17-0,39$), а на відношення лактату до пірувату залишається сильним ($\eta^2_\chi=0,78$; $P<0,01$). Поряд з цим у 21-добових поросят задавання наносполук феруму та германію свиноматкам достовірно впливає на лактату та відношення лактат/піруват в плазмі крові ($\eta^2_\chi=0,50-0,53$; $P<0,001$). Слід відмітити відсутність достовірної сили впливу задавання наносполук металів свиноматкам на вміст

пірувату в крові поросят ($\eta^2_\chi=0,03-0,18$) протягом усього експерименту.

Можна припустити, що наночастинки феруму, потрапляючи в організм свиноматок, можуть підсилювати утворення активних форм заліза в тканинах і клітинах-мішенях (наприклад, у мітохондріях або лізосомах), стимулюючи утилізацію пірувату через цитратний цикл та електронно-транспортний ланцюг [13], що призводить до зменшення співвідношення лактат/піруват у крові поросят. Одночасно германій може діяти як стимулятор антиоксидантної системи [14–15] і модулювати регуляцію ферментів гліколізу та піруватдегідрогенази, знижуючи накопичення лактату та покращуючи окисне використання глюкози.

Задавання свиноматкам наночастинок феруму і германію впливало на показники обміну ліпідів в організмі отриманих від них поросят (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст метаболітів ліпідного обміну в плазмі крові поросят отриманих від свиноматок дослідних груп ($M \pm m$, $n=5$)

Вік поросят, діб	Групи тварин	
	контрольна	дослідна
Вміст ТАГ, ммоль/л		
2-добові	1,11 $\pm$ 0,03	1,22 $\pm$ 0,02**
7-добові	1,26 $\pm$ 0,03	1,49 $\pm$ 0,05**
21-добові	1,40 $\pm$ 0,03	1,58 $\pm$ 0,06*
Вміст ЗХ, ммоль/л		
2-добові	2,14 $\pm$ 0,04	2,35 $\pm$ 0,03**
7-добові	2,59 $\pm$ 0,04	2,7 $\pm$ 0,05*
21-добові	2,90 $\pm$ 0,06	3,0 $\pm$ 0,04
Вміст НЕЖК, мкмоль/л		
2-добові	187,4 $\pm$ 1,7	175,3 $\pm$ 2,1**
7-добові	153,6 $\pm$ 6,7	140,4 $\pm$ 3,4
21-добові	182,8 $\pm$ 7,5	182,0 $\pm$ 5,6

Примітки: * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$; *** – $P<0,001$ показники достовірні відносно аналогічних у контрольній групі.

В крові 2-добових поросят дослідної групи вміст ТАГ та ЗХ в плазмі крові був відповідно на 9,3 % ($P<0,01$) та 9,8 % ($P<0,01$) більшим, а НЕЖК на 6,5 % ($P<0,01$) меншим відповідно до показників поросят контрольної групи. З 2-ї до 7-ї доби життя у крові поросят дослідної групи вміст ТАГ та ЗХ збільшується відповідно на 22,3 % ($P<0,001$) та 16,7 % ($P<0,001$), тоді, як вміст НЕЖК зменшується на 19,9 % ($P<0,001$). Так, у цей час вміст ТАГ і ЗХ в крові поросят дослідної групи більше відповідно на 17,9 % ($P<0,01$) та 16,7 % ($P<0,05$) відповідно до показників поросят контрольної групи. Тоді, як вміст НЕЖК перестає достовірно відрізнятися від такого у контрольних тварин. З 7-ї до 21-ї доби життя у крові поросят дослідної групи вміст ТАГ і ЗХ в плазмі крові показує тенденцію щодо подальшого зростання. Відмітимо, що в крові 21-добових поросят дослідної групи лише вміст ТАГ достовірно менше (на 13,3 %; $P<0,05$) від такого у поросят контрольної групи, тоді як інші показники обміну ліпідів у цих тварин достовірно не різнились.

Задавання наносполук феруму та германію свиноматкам має достовірний вплив на вміст ТАГ ($\eta^2_\chi=0,59$; $P<0,01$), НЕЖК ($\eta^2_\chi=0,75$; $P<0,01$)

та 3X ($\eta^2=0,54$; $P<0,01$) в плазмі крові 2-добових поросят. З 2-ї до 7-ї доби життя поросят цей вплив на вміст ТАГ посилюється ($\eta^2=0,71$; $P<0,01$), на вміст 3X послаблюється ($\eta^2=0,45$; $P<0,05$), а на вміст НЕЖК стає недостовірним – $\eta^2=0,32$ (рис. 2). У 21-добових поросят задавання наносполук металів свиноматкам чинило достовірний вплив лише на вміст ТАГ в крові ($\eta^2=0,57$; $P<0,05$).

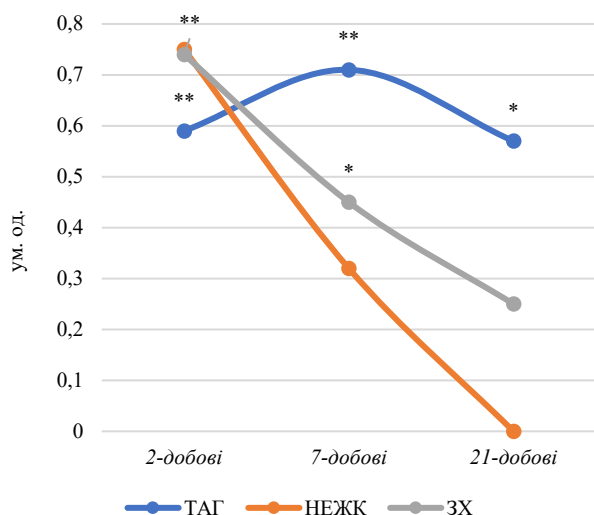


Рис. 2. Вплив (η^2) задавання наносполук феруму та германію свиноматкам на показники ліпідного обміну в плазмі крові поросят.
Примітки: * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$.

За двофакторним дисперсійним аналізом встановлено достовірний вплив задавання наносполук феруму і германію свиноматкам на показники

обміну вуглеводів та ліпідів в крові молочних поросят (табл. 3). Так, доведено достовірний вплив задавання наносполук свиноматкам на вміст лактату ($F=13,6 > F_{U=4,49}$; $P<0,02$) та відношення лактату до пірувату ($F= 24,2 > F_{U=4,49}$; $P<0,001$). Тоді, як вплив на вміст глюкози і пірувату протягом експерименту був недостовірним.

Поряд з цим, постнатальна адаптація поросят мала більший вплив на вміст цих метаболітів в крові ніж задавання наносполук феруму і германію свиноматкам. Зокрема вплив постнатальної адаптації на вміст глюкози становив – $F= 6,5 > F_{U=4,49}$ ($P<0,021$), лактату – $F= 14,1 > F_{U=4,49}$ ($P<0,002$) та пірувату відповідно – $F= 9,3 > F_{U=4,49}$ ($P<0,008$). За аналізу вмісту метаболітів вуглеводного обміну в крові поросят достовірної міжфакторної взаємодії між задаванням наночасток феруму і германію свиноматкам та постнатальною адаптацією отриманих від них поросят не встановлено.

Встановлено достовірний вплив задавання наносполук феруму і германію свиноматкам на окремі показники обміну ліпідів в крові отриманих від них поросят (табл. 4). Зокрема, доведено достовірний вплив задавання наносполук свиноматкам на вміст ТАГ ($F= 28,8 > F_{U=4,49}$; $P<0,001$) та 3X ($F= 8,5 > F_{U=4,49}$; $P<0,01$). Тоді, як вплив на вміст НЕЖК протягом експерименту був недостовірним.

Постнатальна адаптація поросят мала більший вплив на вміст згаданих метаболітів обміну ліпідів в крові ніж задавання наносполук феруму і германію свиноматкам, зокрема вплив постнатальної адаптації на вміст 3X становив – $F= 37,0 > F_{U=4,49}$ ($P<0,001$), НЕЖК – $F= 43,5 > F_{U=4,49}$ ($P<0,001$) та ТАГ – $F= 8,7 > F_{U=4,49}$ ($P<0,009$).

Таблиця 3

Двофакторний дисперсійний аналіз вмісту метаболітів обміну вуглеводів в плазмі крові поросят отриманих від свиноматок дослідних груп

Фактори впливу	SS	df	MS	F	P-значення	F критичне
Вміст глюкози						
Вплив наносполук	0,05	1	0,05	0,281	0,603	4,49
Адаптація	1,152	1	1,152	6,481	0,021	4,49
Взаємозв'язок	0,162	1	0,162	0,911	0,354	4,49
Внутрішня	2,844	16	0,178	–	–	–
Всього	4,208	19	–	–	–	–
Вміст лактату						
Вплив наносполук	0,293	1	0,293	13,6	0,002	4,49
Адаптація	0,303	1	0,303	14,1	0,002	4,49
Взаємозв'язок	0,003	1	0,003	0,134	0,719	4,49
Внутрішня	0,344	16	0,021	–	–	–
Всього	0,943	19	–	–	–	–
Вміст пірувату						
Вплив наносполук	78,8	1	78,8	2,59	0,127	4,49
Адаптація	283,5	1	283,5	9,32	0,008	4,49
Взаємозв'язок	0,48	1	0,48	0,02	0,902	4,49
Внутрішня	486,5	16	30,41	–	–	–
Всього	849,3	19	–	–	–	–
Відношення лактат/піруват						
Вплив наносполук	119,1	1	119,1	24,22	0,001	4,49
Адаптація	2,89	1	2,89	0,59	0,455	4,49
Взаємозв'язок	0,02	1	0,02	< 0,001	0,952	4,49
Внутрішня	78,7	16	4,92	–	–	–
Всього	200,6	19	–	–	–	–

Примітки: SS – сума квадратів; df – кількість рівнів фактора (-1); MS – середнє квадратичне; F – критерій оцінки фактора впливу на залежну змінну; p – достовірність; F критичне – критичне значення фактора впливу.

Таблиця 4

Двофакторний дисперсійний аналіз вмісту метаболітів обміну ліпідів в плазмі крові поросят отриманих від свиноматок дослідних груп

Фактори впливу	SS	df	MS	F	P-значення	F критичне
Вміст ТАГ						
Вплив наносполук	0,208	1	0,208	28,8	< 0,001	4,49
Адаптація	0,062	1	0,062	8,70	0,009	4,49
Взаємозв'язок	0,002	1	0,002	0,336	0,570	4,49
Внутрішня	0,115	16	0,007	—	—	—
Всього	0,389	19	—	—	—	—
Вміст 3X						
Вплив наносполук	0,087	1	0,087	8,45	0,010	4,49
Адаптація	0,380	1	0,380	36,96	< 0,001	4,49
Взаємозв'язок	0,002	1	0,002	0,235	0,634	4,49
Внутрішня	0,165	16	0,010	—	—	—
Всього	0,635	19	—	—	—	—
Вміст НЕЖК						
Вплив наносполук	243,6	1	243,6	1,69	0,212	4,49
Адаптація	6272,9	1	6272,9	43,5	< 0,001	4,49
Взаємозв'язок	191,0	1	191,0	1,32	0,267	4,49
Внутрішня	2307,4	16	144,2	—	—	—
Всього	9015,0	19	—	—	—	—

Примітки: SS – сума квадратів; df – кількість рівнів фактора (-1); MS – середнє квадратичне; F – критерій оцінки фактора впливу на залежну змінну; p – достовірність; F критичне – критичне значення фактора впливу.

Крім цього за аналізу вмісту метаболітів ліпідного обміну в крові поросят достовірної міжфакторної взаємодії між задаванням наночасток феруму і германію свиноматкам та постнатальною адаптацією отриманих від них поросят не встановлено.

Отже, задавання свиноматкам наносполук феруму та германію зумовлює зрушення у ліпідному метаболізмі їх поросят, що проявляється підвищенням рівня триацилгліцеролів та холестеролу при одночасному зниженні вмісту неестерифікованих жирних кислот у ранній постнатальний період. Це може свідчити про більш активне включення жирних кислот у процеси естерифікації та формування запасних ліпідів, що зменшує мобілізацію жирових резервів і стабілізує енергетичний обмін [16]. В подальшому зростання ТАГ і холестеролу в крові поросят дослідної групи може відобразити посилення синтезу ліпідів у печінці та їх транспорт у складі ліпопротеїнів, що узгоджується з підвищеною метаболічною готовністю до росту й розвитку. Таким чином, наносполук феруму й германію діють як модулятори ліпідного обміну, сприяючи формуванню оптимального енергетичного профілю в ранній постнатальний період. Наші дослідження узгоджуються і доповнюють наявні дані, що додавання цитратів наносполук, зокрема германію та феруму, до корму або питної води корегує мінеральний, ліпідний і білковий обмін у свиней, курчат-бройлерів, перепілок і бджіл, що покращує їхню життєздатність і збереженість [17–20].

Висновки

Встановлено коригуючий вплив задавання наносполук феруму і германію на вуглеводнево-ліпідний обмін, зокрема на вміст лактату, відношення лактату до пірувату, вміст триацилгліцеролів та загального холестеролу ($F = 8,5-28,8$; $FU = 4,49$; $P < 0,01-0,001$). Так, у крові 2-добових поросят вміст глюкози і

неестерифікованих жирних кислот в плазмі крові був на 5,3–6,5 % ($P < 0,05-0,01$) менше, а вміст лактату, триацилгліцеролів, загального холестеролу та відношення лактату до пірувату на 9,3–26,0 % ($P < 0,01-0,001$) більше відповідно до показників поросят контрольної групи.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці сучасних способів підвищення продуктивності та резистентності свиноматок за допомогою наночасток металів.

Конфлікт інтересів

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

References

- Romero, M., Calvo, L., Morales, J. I., Rodríguez, A. I., Escudero, R. M., Olivares, Á., & López-Bote, C. (2022). Short- and long-term effects of birth weight and neonatal care in pigs. *Animals*, 12 (21), 2936. <https://doi.org/10.3390/ani12212936>
- Tucker, B. S., Craig, J. R., Morrison, R. S., Smits, R. J., & Kirkwood, R. N. (2021). Piglet viability: A review of identification and pre-weaning management strategies. *Animals*, 11 (10), 2902. <https://doi.org/10.3390/ani11102902>
- Feyera, T., Pedersen, T. F., Krogh, U., Foldager, L., & Theil, P. K. (2018). Impact of sow energy status during farrowing on farrowing kinetics, frequency of stillborn piglets, and farrowing assistance. *Journal of Animal Science*, 96 (6), 2320–2331. <https://doi.org/10.1093/jas/sky141>
- Rizzo, A., Angioni, S., Spedicato, M., Minoia, G., Mutinati, M., Trisolini, C., & Sciorsci, R. L. (2010). Uterine contractility is strongly influenced by steroids and glucose metabolism: an in vitro study on bovine myometrium. *Gynecological Endocrinology*, 27 (9), 636–640. <https://doi.org/10.3109/09513590.2010.507293>
- Farmer, C., & Edwards, S. A. (2022). Review: Improving the performance of neonatal piglets. *Animal*, 16, 100350. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100350>

6. van den Bosch, M., Soede, N., Kemp, B., & van den Brand, H. (2023). Sow nutrition, uterine contractions, and placental blood flow during the peri-partum period and short-term effects on offspring: A review. *Animals*, 13 (5), 910. <https://doi.org/10.3390/ani13050910>
7. Gerritsen, R., Bikker, P., & van der Aar, P. (2010). Glucose metabolism in reproductive sows. *Dynamics in Animal Nutrition*, 99–112. https://doi.org/10.3920/9789086867066_007
8. Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratych, I. B. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynytsvi ta veterynarnii medytsyni: dovidnyk*. Lviv: Spolom [in Ukrainian]
9. Kovalchuk, O. O., Tomchuk, V. A., Danchuk, V. O., Khymynets, P. S., Gutyj, B. V., Kryvoruchko, D. I., & Karpovsky, V. V. (2023). The influence of iron and germanium nanocompounds on the content of ceruloplasmin in the blood of sows and piglets obtained from them. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25 (112), 201–205. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11231>
10. Kovalchuk, O. O., Tomchuk, V. A., Danchuk, V. O., Khymynets, P. S., Gutyj, B. V., Kravchuk, S. V., Zhurenko, O. V., Kryvoruchko, D. I., Karpovskiy, V. V., Karpovskiy, P. V., Todoruk, V. B., Hrelia, R. V., & Zhurenko, V. V. (2024). The intensity of carbohydrate metabolism in the body of sows under the action of ferrum and germanium nanocompounds. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26 (113), 179–183. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11327>
11. Kovalchuk, O., Tomchuk, V., Danchuk, V., Krawchuk, S., & Karpovskiy, V. (2024). Lipid metabolism indicators in sow blood under the influence of iron and germanium nanocompounds. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 20 (2). [https://doi.org/10.31548/dopovidi.2\(108\).2024.018](https://doi.org/10.31548/dopovidi.2(108).2024.018)
12. Kovalchuk, O., Tomchuk, V., Danchuk, V., & Karpovsky, V. (2024). The state of erythropoiesis in piglets under the influence of iron and germanium nanoparticles. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 55–59. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.03.09>
13. Obeagu, E. I. (2025). Iron homeostasis and health: understanding its role beyond blood health – a narrative review. *Annals of Medicine & Surgery*, 87 (6), 3362–3371. <https://doi.org/10.1097/ms9.0000000000003100>
14. Menchikov, L. G., & Popov, A. V. (2023). Physiological activity of trace element germanium including anticancer properties. *Biomedicines*, 11 (6), 1535. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11061535>
15. Li, L., Ruan, T., Lyu, Y., & Wu, B. (2017). Advances in effect of germanium or germanium compounds on animals – A review. *Journal of Biosciences and Medicines*, 05 (07), 56–73. <https://doi.org/10.4236/jbm.2017.57006>
16. Ren, Y., Wang, F., Sun, R., Zheng, X., Lin, Y., & Chao, Z. (2025). The connection between lipid metabolism in the heart and liver of wuzhishan pigs. *Biomolecules*, 15 (7), 1024. <https://doi.org/10.3390/biom15071024>
17. Busol, V. O., & Sytnik, M. H. (2013). Vplyv spozhyvannia nanokarboksylativ hermaniiu i zaliza na hematolohichni ta biokhimichni pokaznyky krovi kurchat-broileriv. *Naukovi pratsi Pivdennoho Filialu Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy. Krymskyi Ahrotekhnolohichniy Universytet. Seriya: Veterynarni Nauky*, 151, 160–164. [in Ukrainian]
18. Kikish, I. B., Kovalchuk, I. I., Lesyk, Ya. V., & Kovalska, L. M. (2021). Mineral composition and qualitative indicators of beekeeping products by bee feeding with citrates Co and Ge. *Scientific and Technical Bulletin Of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives And Institute of Animal Biology*, 22 (2), 149–155. <https://doi.org/10.36359/scivp.2021-22-2.18>
19. Kuldonashvili, K. V., Sheremeta, V. I., & Kaplunenko, V. G. (2018). Nanoakvahelat germanium affect on the growth of piglets during the prenatal period. *Animal Breeding and Genetics*, 51, 261–266. <https://doi.org/10.31073/abg.51.35>
20. Nischemenko, N., Kaplunenko, V., & Emelianenko, A. (2014). Embryonic development of quails in the incubating eggs processing solution aquachelate germanium. *Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 16 (2/2), 258–264.

ORCID

O. Kovalchuk 	https://orcid.org/0009-0007-2365-3142
V. Tomchuk 	https://orcid.org/0000-0002-9009-5554
V. Danchuk 	https://orcid.org/0009-0008-3379-822X
V. Karpovskiy 	https://orcid.org/0009-0003-9848-1411
P. Karpovsky 	https://orcid.org/0009-0002-8113-423X
V. Melnychuk 	https://orcid.org/0000-0003-1927-1065



2025 by the author(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.

Testing the acaricidal activity of modern chemical agents against *Dermanyssus gallinae* mites in laboratory conditions

A. Petrunenko✉

Article info

Correspondence Author

A. Petrunenko

E-mail:

alla.petrunenko@ukr.netPoltava State Agrarian University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine

Citation: Petrunenko, A. (2025). Testing the acaricidal activity of modern chemical agents against *Dermanyssus gallinae* mites in laboratory conditions. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 193–197. doi: 10.31210/spi2025.28.03.29

Various living systems are open and the course of their physiological and biochemical processes depends on many environmental factors that can become stressors for them. It is known that stress develops under the influence of extraordinary strength irritants. A special category of stress factors are biological ones, where parasitic agents are one of the key problems in poultry farming. A particular threat to the poultry industry is the *Dermanyssus gallinae* mite, which causes toxic and anemic syndromes in chickens, exhaustion, itching, loss of feathering, reduced productivity, and sometimes death, especially in young poultry. The measures to combat and prevent dermanyssiosis are carried out mainly using acaricidal agents, the effectiveness of which is not always sufficient to improve poultry farming and maintain veterinary well-being. The objective of the research was to establish the acaricidal activity of domestically produced agents against *D. gallinae* imago mites in laboratory conditions. The mites were obtained from mini-traps placed in poultry houses that were not favorable for dermanyssiosis. Such chemical agents were tested – “Ectosan emulsion” (active ingredients – piperonyl butoxide, alphacypermethrine) and “Ectosan powder” (active ingredient – alphacypermethrine). The results of their acaricidal action were recorded after 30 min, 1, 3, 24, 48 and 72 hours. The conducted studies showed that “Ectosan emulsion” acaricidal preparation was more effective against dermanyssus mites compared to “Ectosan powder” preparation. When testing “Ectosan emulsion”, the death of mites began after 1 hour and only at its dilution of 1 : 500 and 1 : 550, where the mortality made 10 and 4.3 %, respectively. 3 hours after treating mites with “Ectosan emulsion” at dilutions of 1 : 500, 1 : 550 and 1 : 650, the mortality of mites made 44.3 %, 27.7 % and 16.7 %, respectively. After 24, 48 and 72 hours, the death of mites reached 100.0 %. When testing “Ectosan powder”, the death of mites began only after 72 hours and turned out to be very low – 9.0 %. The obtained results of the conducted experiments allow us to recommend “Ectosan emulsion” preparation for further testing in production conditions in order to identify its acaricidal efficacy for chicken dermanyssiosis.

Keywords: parasitology, dermanyssiosis, chickens, *Dermanyssus gallinae*, acaricidal activity, preparations, *in vitro*.

Випробування акарицидної активності сучасних хімічних засобів відносно імаго кліщів *Dermanyssus gallinae* у лабораторних умовах

А. П. Петруненко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Різноманітні живі системи є відкритими та перебіг їх фізіолого-біохімічних процесів залежить від багатьох факторів навколишнього середовища, які можуть стати для них стресорами. Відомо, що стрес розвивається при дії надзвичайних за силою подразників. Особливу категорію стрес-факторів становлять біологічні, де паразитарні агенти є однією з ключових проблем при вирощуванні птиці. Особливу загрозу для птахівництва несе дерманісусний кліщ *Dermanyssus gallinae*, який викликає у курей токсичний та анемічний синдроми, виснаження, свербіж, втрату оперення, зниження продуктивності, іноді – загибель, особливо молодяку. Заходи щодо боротьби та профілактики дерманісусу здійснюються, переважно, з використанням акарицидних засобів, ефективність яких не завжди має достатній рівень для оздоровлення птахогосподарства та підтримання ветеринарного благополуччя. Метою досліджень було встановити акарицидну активність засобів вітчизняного виробництва щодо імаго кліщів *D. gallinae* у лабораторних умовах. Кліщів отримували з міні-пасток, які розташовували у неблагополучних щодо дерманісусу пташниках. Випробували хімічні засоби – «Ектосан емульсія» (діючі речовини: піперонілу бутоксид, альфациперметрин) та «Ектосан пудра» (діюча речовина: альфациперметрин). Облік результатів їх акарицидної дії проводили через 30 хв, 1, 3, 24, 48 та 72 години. Проведеними дослідженнями встановлено, що акарицидний препарат «Ектосан емульсія» виявився більш ефективним відносно дерманісусних кліщів порівняно з препаратом «Ектосан пудра». При випробуванні «Ектосан емульсії» загибель кліщів починалася через 1 год і лише за його розведення 1 : 500 та 1 : 550, де летальність складала відповідно 10 та 4,3 %. Через 3 год після обробки кліщів «Ектосан емульсією» розведеннями 1 : 500, 1 : 550 та 1 : 650, летальність кліщів становила відповідно 44,3 %, 27,7 % та 16,7 %. Через 24, 48 та 72 години загибель кліщів сягала 100,0 %. При випробуванні «Ектосан пудри» загибель кліщів починалася лише через 72 год і виявилася дуже низькою – 9,0 %. Отримані результати проведених експериментів дозволяють рекомендувати препарат «Ектосан емульсія» для подальшого випробування у виробничих експериментах з метою виявлення його акарицидної ефективності за дерманісусу курей.

Ключові слова: паразитологія, дерманісус, кури, *Dermanyssus gallinae*, акарицидна активність, препарати, *in vitro*.

Бібліографічний опис для цитування: Петруненко А. П. Випробування акарицидної активності сучасних хімічних засобів відносно імаго кліщів *Dermanyssus gallinae* у лабораторних умовах. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 193–197.

Вступ

Паразитформні кліщі виду *Dermanyssus gallinae* представляють серйозну проблему для сучасного промислового птахівництва. Ураженість птиці кліщами призводить до значних економічних збитків птахофабрикам, внаслідок втрати яєчної продуктивності і зниження приросту маси тіла птиці [1–5].

Відомо, що кліщі *D. gallinae* паразитують на всіх видах сільськогосподарської птиці, а також на синантропних та диких птахів. Це зумовлено тим, що дерманісусні кліщі це облігатні гематофаги, які нападають на птицю, переважно, в темний період доби, але при масовій закліщеності пташників паразити нападають на птицю і при штучному освітленні. Оскільки дерманісусні кліщі є тимчасовими паразитами, то після насичення кров'ю, вони залишають тіло птиці і знаходяться у пташнику в щілинах, підстилки тощо для подальшого їх розвитку [6–9].

Дослідження щодо аспектів боротьби та профілактики дерманісіозу в птахівництві набувають актуальності, особливо в останні роки. Більшість випробувань були присвячені визначенню акарицидної ефективності синтетичних акарицидів, де було протестовано понад 35 сполук. Однак у ЄС ліцензовано лише кілька продуктів із наявних діючих речовин. Водночас, залишки у продукції, отриманої від курей-несучок, доводять, що синтетичні акарициди і досі застосовуються у птахівництві для боротьби з дерманісіозом [10, 11]. Водночас, є повідомлення про стійкість дерманісусних кліщів до синтетичних акарицидів відносно кількох хімічних груп – карбаматів та піретроїдів. Зокрема, автори зазначають, що понад 60 % усіх неблагополучних щодо дерманісіозу птахогосподарств виявили стійкість паразитів до акарицидів [12–15].

Дослідники постійно працюють над розробкою нових синтетичних акарицидів для боротьби з дерманісіозом птахів. Зокрема, був запропонований препарат на основі фоксиму – ByeMite (Bayer, Німеччина), де на початку його застосування акарицидна активність засобу була високою. Разом з тим, на території Польщі було доведено появу кліщів, які були стійкими до його дії [16–18]. Явища акарицидної стійкості у *D. gallinae* було виявлено до альфациперметрину, біфентрину, карбаматів, карбарилу, циперметрину, дельтаметрину, дихлордифенілітрихлоретану (ДДТ), фенітротіону, фіпронілу, флуметрину, флуратіокарбу, перматіону, фенотрину, тетраметрину та трихлорфону. Крім того, невідповідне та надмірне використання у птиці цих засобів сприяло наявності залишків у яйцях курей та навколишньому середовищі з можливим та тривалим впливом пестицидів на людей [19–21].

Мета дослідження

Метою досліджень було встановити акарицидну активність засобів вітчизняного виробництва щодо імаго кліщів *D. gallinae* у лабораторних умовах.

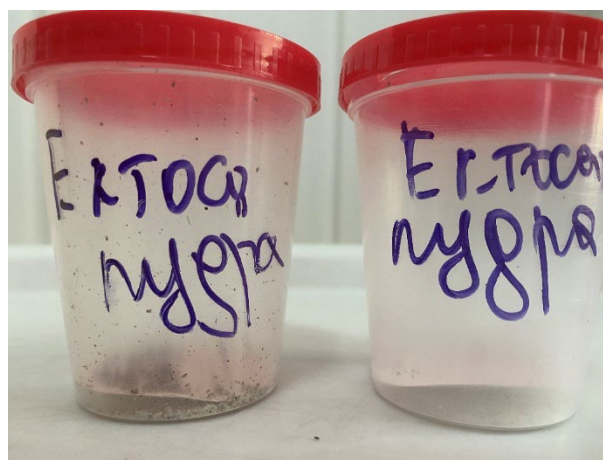
Матеріали і методи

Роботу виконували впродовж 2025 р. в умовах лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету. Кліщів отримували з міні-пасток, які розташовували у пташниках господарств Полтавської області, неблагополучних щодо дерманісіозу. Випробували акарицидні препарати контактної дії вітчизняного виробництва (НВФ «Бровафарма», Україна) – «Ектосан емульсія» (ДР: піперонілу бутоксид, альфациперметрин) та «Ектосан пудра» (ДР: альфациперметрин).

Визначення акарицидної активності експериментальних зразків проводили *in vitro* на живих кліщах *Dermanyssus gallinae* згідно загальновідомої методики [22]. Препарат «Ектосан емульсія» випробували в наступних розведеннях: 1 : 500 (0,2 % водний розчин), 1 : 550 (0,18 %), 1 : 600 (0,16 %), 1 : 650 (0,15 %), 1 : 700 (0,14 %), 1 : 750 (0,13 %) (рис. 1 а). Препарат «Ектосан пудра» випробували в готовому вигляді (рис. 1 б). Кожну концентрацію зразків досліджували тричі, а облік результатів їх акарицидної дії проводили через 30 хвилин, 1, 3, 24, 48 та 72 години.



а



б

Рис. 1. Дослідні зразки акарицидних препаратів: а – «Ектосан емульсія», б – «Ектосан пудра»

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили визначенням середнього арифметичного (М) та стандартної похибки (SD).

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, що акарицидний препарат «Ектосан емульсія» виявився більш ефективним відносно дерманісусних кліщів порівняно з препаратом «Ектосан пудра».

При випробуванні «Ектосан емульсії» загибель кліщів починалася через 1 год і, лише за його

розведення 1 : 500 та 1 : 550 відбувалась загибель кліщів, де їх летальність склала відповідно 10 та 4,3 %. Зокрема, через 30 хв після нанесення на кліщів препарату відповідно залишилося 30,0 живих кліщів, через 1 год – $27,0 \pm 0,67$ та $28,7 \pm 0,39$ кліщів. Через 3 год після обробки кліщів «Ектосан емульсією» у розведеннях 1 : 500, 1 : 550 та 1 : 650, їх летальність становила відповідно 44,3 %, 27,7 % та 16,7 %. Зокрема, через 3 год відповідно залишилося $16,7 \pm 0,39$, $21,7 \pm 1,02$ та $25,0 \pm 0,67$ живих кліщів (рис. 2).

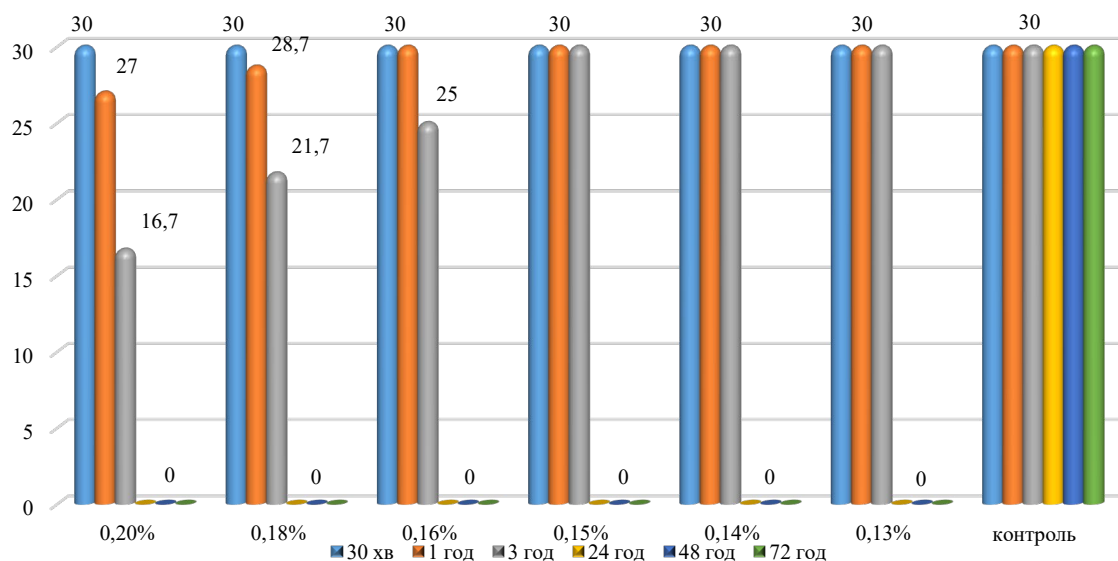


Рис. 2. Акарицидна активність «Ектосан емульсії» відносно кліщів *Dermanyssus gallinae* (M±SD; n=30)

В подальшому, через 24, 48 та 72 години загибель кліщів сягала 100,0 %. При використанні «Ектосан емульсії» у розведеннях 1 : 650, 1 : 700 та 1 : 750 впродовж 30 хв, 1 та 3 год загибелі кліщів не виявляли. В подальшому, починаючи з 24 год і до 72 год, летальність кліщів сягала 100,0 %.

При випробуванні «Ектосан пудри» загибель кліщів починалася лише через 72 год і виявилася

дуже низькою – 9,0 % (рис. 3). Зокрема, через 30 хв, 1 год, 3 год, 24 год, 48 год після нанесення на кліщів пудри відповідно залишилося 30,0 живих кліщів, через 72 год – $27,3 \pm 1,69$ кліщів. У контролі впродовж експерименту всі кліщі залишились життєздатними.

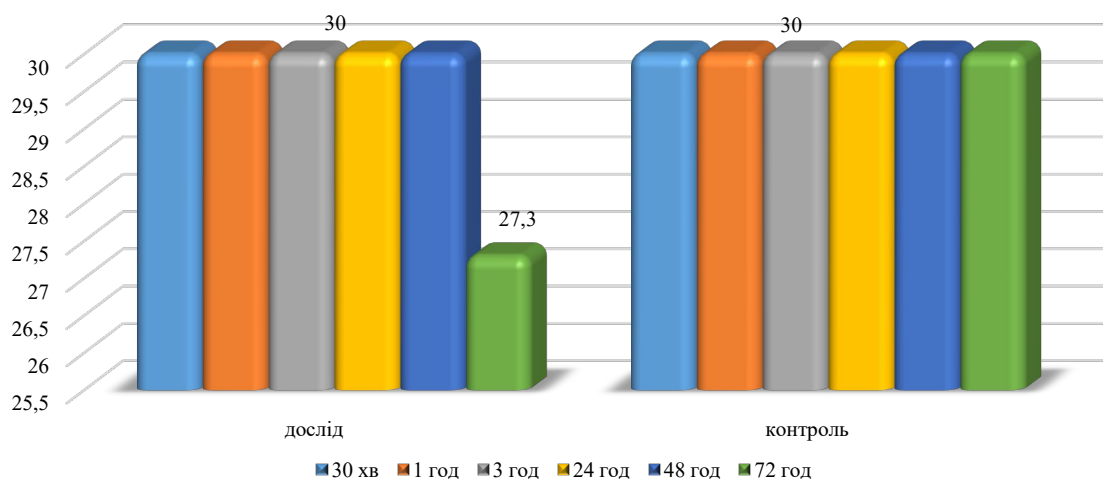


Рис. 3. Акарицидна активність «Ектосан пудри» відносно кліщів *Dermanyssus gallinae* (M±SD; n=30)

Наукова література свідчить, що кліщі *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) є найважливішими космополітичними ектопаразитами, які завдають значних економічних збитків птахівництву. Дані ектопаразити створюють серйозні проблеми для здоров'я та добробуту курей, негативно впливаючи на їх продуктивність. Крім того, дерманісусні кліщі можуть виступати переносниками небезпечних інфекційних патогенів [1–4]. Тому, вкрай актуальним є визначення ефективності акарицидних препаратів з метою їх застосування для боротьби та профілактики дерманісіозу.

Проведеними дослідженнями встановлено, що акарицидний препарат «Ектосан емульсія» виявився більш ефективним відносно дерманісусних кліщів. Причому, загибель кліщів починалася через 1 год і лише за розведення 1 : 500 та 1 : 550, де летальність кліщів склала відповідно 10 та 4,3 %. Вже через 3 год після обробки кліщів засобу у розведеннях 1 : 500, 1 : 550 та 1 : 650 їх летальність становила відповідно 44,3 %, 27,7 % та 16,7 %. Через 24, 48 та 72 год загибель кліщів сягала 100,0 %. При випробуванні «Ектосан пудри» загибель кліщів починалася лише через 72 год і виявилася дуже низькою – 9,0 %.

Про високу ефективність продуктів з діючою речовиною піперонілу бутоксид свідчать роботи окремих вчених, де при випробуванні *in vitro* відносно дерманісусних кліщів його ефективність сягала 97,5 % [23]. Водночас, є повідомлення про низьку ефективність препарату «Ектосан пудра» відносно збудників малофагозів у курей. Так, після його застосування автори спостерігали на 1 добу 100 %-ву ефективність. Разом з тим, починаючи з 4 доби, екстенсивність малофагозної інвазії почала зростати і становила 20 %, на 7 добу – 60 %, на 14 добу – 80 % і до кінця експерименту залишалася на цьому рівні, де відповідно акарицидна ефективність даного засобу становила лише 20 % [24].

Отримані результати проведених експериментів дозволяють рекомендувати препарат «Ектосан емульсія» для подальшого випробування у виробничих експериментах з метою виявлення його акарицидної ефективності за дерманісіозу курей.

Висновки

Проведеними експериментальними дослідженнями встановлено, що при випробуванні в лабораторних умовах акарицидної активності найбільш ефективним відносно імаго кліщів *Dermanyssus gallinae* виявився засіб «Ектосан емульсія», який у 0,2 та 0,18 % концентрації вже через 3 год після нанесення призводив до загибелі кліщів. Водночас, засіб у 0,2 %, 0,18 %, 0,16 %, 0,15 %, 0,14 % та 0,13 % концентраціях призводив до 100 %-ої загибелі кліщів через 24 год після його нанесення. Засіб «Ектосан пудра» виявився малоефективним відносно дерманісусних кліщів, де через 72 год після його нанесення загибель кліщів становила 9,0 %.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Moroni, B., Barlaam, A., Misia, A. L., Peano, A., Rossi, L., & Giangaspero, A. (2021). *Dermanyssus gallinae* in non-avian hosts: A case report in a dog and review of the literature. *Parasitology International*, 84, 102378. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2021.102378>
2. Hartmann, D., Votýpka, J., Lukeš, J., & Perner, J. (2024). *Dermanyssus gallinae* (Poultry red mite). *Trends in Parasitology*, 40 (11), 1055–1056. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2024.08.006>
3. Sárkány, P., Bagi, Z., Süli, A., & Kusza, S. (2025). Challenges of *Dermanyssus gallinae* in poultry: Biological insights, economic impact and management strategies. *Insects*, 16 (1), 89. <https://doi.org/10.3390/insects16010089>
4. Yevstafieva, V., Petrunenko, A., Melnychuk, V., Petrenko, M., Korchan, L., Shcherbakova, N., Dedukhno, A., & Krasota, O. (2025). Morphological characteristics of *Dermanyssus gallinae* (Mesostigmata, Dermanyssidae). *Biosystems Diversity*, 33 (1), e2509. <https://doi.org/10.15421/012509>
5. Yevstafieva, V., & Petrunenko, A. (2024). Effect of *Dermanyssus gallinae* on zootechnical and productive indicators of farming chicken. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 12 (2), 17–23. <https://doi.org/10.32819/2024.12008>
6. Pritchard, J., Kuster, T., Sparagano, O., & Tomley, F. (2015). Understanding the biology and control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*: a review. *Avian Pathology*, 44 (3), 143–153. <https://doi.org/10.1080/03079457.2015.1030589>
7. Koziatka-Sadłowska, S. (2025). Biology and genetics of the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) – new targets for eradicating and controlling invasion. *Annals of Parasitology*, 71, 19–25. <https://doi.org/10.17420/ap71.541>
8. Xu, K., Zhang, X., Wang, Z., Liu, J., Yin, S., Wang, Y., Qin, J., & Wang, C. (2025). Potential role of *Dermanyssus gallinae* as a vector of chicken infectious Anemia Virus. *Poultry Science*, 104 (8), 105365. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105365>
9. Liu, B., He, J., Liu, Q., Wang, B., Xiong, M., Sun, W., & Pan, B. (2025). Male mites are the promising targets for control of *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae) based on the reproductive biology research. *Veterinary Parasitology*, 334, 110411. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2025.110411>
10. Sparagano, O. A. E., George, D. R., Harrington, D. W. J., & Giangaspero, A. (2014). Significance and control of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Annual Review of Entomology*, 59 (1), 447–466. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011613-162101>
11. Marangi, M., Morelli, V., Pati, S., Camarda, A., Cafiero, M. A., & Giangaspero, A. (2012). Acaricide residues in laying hens naturally infested by red mite *Dermanyssus gallinae*. *PLoS ONE*, 7 (2), e31795. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031795>
12. Beugnet, F., Chauve, C., Gauthey, M., & Beert, L. (1997). Resistance of the red poultry mite to pyrethroids in France. *Veterinary Record*, 140 (22), 577–579. <https://doi.org/10.1136/vr.140.22.577>
13. Marangi, M., de Luna, C. J., Cafiero, M. A., Camarda, A., le Bouquin, S., Huonnic, D., Giangaspero, A., & Sparagano, O. A. E. (2009). Phylogenetic relationship between *Dermanyssus gallinae* populations in European countries based on mitochondrial COI gene sequences. *Experimental and Applied Acarology*, 48 (1–2), 143–155. <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9237-3>
14. Nordenförs, H., Höglund, J., Tauson, R., & Chirico, J. (2001). Effect of permethrin impregnated plastic strips on *Dermanyssus gallinae* in loose-housing systems for laying hens. *Veterinary Parasitology*, 102 (1–2), 121–131. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(01\)00528-3](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(01)00528-3)
15. Guy, J. H., Khajavi, M., Hlalel, M. M., & Sparagano, O. (2004). 2004 spring meeting of the WPSA UK branch papers. *British Poultry Science*, 45 (sup1), S15–S16. <https://doi.org/10.1080/00071660410001698001>
16. Keitaïo A., Pagot, E., Pommier, P., Baduel, L., & Heine, J. (2006). Efficacy of Phoxim 50% E.C. (ByeMite) for treatment of

- Dermanyssus gallinae* in laying hens under field conditions. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 157, 590–594
17. Meyer-Kühling, B., Heine, J., Müller-Lindloff, J., & Pfister, K. (2007). Epidemiology of *Dermanyssus gallinae* and acaricidal efficacy of Phoxim 50% in alternative housing systems during the laying period of hens. *Parasitology Research*, 101 (S1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s00436-007-0605-9>
 18. Zdybel, J., Karamon, J., & Cencek, T. (2011). *In vitro* effectiveness of selected acaricides against red poultry mites (*Dermanyssus gallinae*, De Geer, 1778) isolated from laying hen battery cage farms localized in different regions of Poland. *Bulletin-Veterinary Institute in Pulawy*, 55, 411–416.
 19. Thind, B. B., & Ford, H. L. (2007). Assessment of susceptibility of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae) to some acaricides using an adapted filter paper based bioassay. *Veterinary Parasitology*, 144 (3–4), 344–348. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.10.002>
 20. Pavlicevic, A., Pavlovic, I., Stajkovic, N., & Pešic, B. (2016). Evidence for resistance to carbaryl in poultry red mites from the republic of Serbia and Montenegro. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 49, 222–225.
 21. Angeli Alves, L. F., Oliveira, D. G. P., Kasburg, C. R., & Nardelli, M. S. (2019). acaricidal activity of inert powders against the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Mesostigmata: Dermanyssidae). *Archives of Veterinary Science*, 24 (2), 81–92. <https://doi.org/10.5380/avs.v24i2.62775>
 22. Strinadkin, P. S. (1989). Sarcoptic mange in animals and control measures. *Problems of Entomology and Arachnology*, 34, 86–93.
 23. Sulzbach, A., Mallmann, D., Silva, F. R., Ferla, N. J., da Silva, G. L., & Johann, L. (2022). In vitro evaluation of the response of *Dermanyssus gallinae* to products in aqueous suspension. *Experimental and Applied Acarology*, 86 (2), 201–209. <https://doi.org/10.1007/s10493-022-00697-9>
 24. Khyzhnia, L. Yu. (2010). Efektyvnist zastosuvannya likuvalno-kormovoi sumishi preparatu «Brovermekty-n-hranuliat» ta insektytsydno-repelentnoi «Ektosan-pudry». *Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk «Veterynarna medytsyna»*, 93, 239–241. [in Ukrainian]

ORCID

A. Petrunenko 

<https://orcid.org/0009-0001-0908-5392>



2025 by the author(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.

Raising the quality and effectiveness of lifetime quantitative helminthic and larvoscopy examination of small ruminants for the presence of lung nematodoses

L. Korchan | M. Korchan

Article info

Correspondence Author

L. Korchan

E-mail:

korchan198@gmail.comPoltava State Agrarian University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine

Citation: Korchan, L., & Korchan, M. (2025). Raising the quality and effectiveness of lifetime quantitative helminthic and larvoscopy examination of small ruminants for the presence of lung nematodoses. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 198–204. doi: 10.31210/spi2025.28.03.30

Lung strongylidosis of small ruminants are parasitic diseases caused by the pathogens of numerous nematodes' genera. The representatives of Protostrongylidae (*Protostrongylus kochi* та *Protostrongylus hobmaieri*), Dictiocaulidae (*Dictyocaulus filaria* and *Dictyocaulus viviparus*) and Metastrongylidae (*Muellerius capillaris* and *Cystocaulus nigrescens*) families became the most wide spread on the territory of Ukraine. The pathogens of these nematodes can parasitize in the lungs, trachea, and bronchi as well as in the tiniest bronchi bifurcations and also in the alveoli and alveolar ducts. As a result of parasitizing in animals' respiratory organs, the pathogens cause the characteristic clinical picture, lead to productivity decrease, and sometimes to high invasion intensity, even to death. Taking into account the parasites' location, diagnostics of these diseases has certain difficulties therefore the development of effective methods to reveal the causal agents of lung strongylidosis in small ruminants is a topical direction of the work. The purpose of the paper consisted of increasing the diagnostic effectiveness of the authors' developments directed at conducting helminthic and larvoscopy examinations in small ruminants with the aim of revealing lung strongylidosis by the developments' improvement and standardization of the conducted successive actions and orders of performance. In the process of improvement, the following things were proposed: the unit for individual feces sampling in small ruminants describing the unit's technical characteristics and the method of conducting the sampling; the device for abstracting over-settling liquid and re-suspending the settling with helminthes 'larvae describing the device's technical characteristics and the sequence of actions while its use; the counting chamber for helminthic and larvoscopy examinations with the description of its technical characteristics and the instruction for the use; step-by-step instruction as to conducting quantitative helminthic and larvoscopy examination of animals to reveal lung nematodoses. The material presented in the article has an important theoretical and practical significance not only for scholars, but also for practicing veterinary doctors. The use of the presented step-by-step instruction and the proposed equipment enables to increase the diagnostic effectiveness of the applied equipment and decrease time spent for conducting one diagnostic examination.

Keywords: small ruminants, lung strongylidosis, the method of quantitative helminthic and larvoscopy examination, improvement.

Підвищення якості і ефективності життєвого кількісного гельмінтоларвоскопічного дослідження дрібної рогатої худоби на наявність легеневих нематодозів

Л. М. Корчан | М. І. Корчан

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Легеневі стронгілідози дрібної рогатої худоби – паразитарні захворювання, що викликані збудниками численних родів нематод. Найбільшого поширення на території України набули представники з родин Protostrongylidae (*Protostrongylus kochi* та *Protostrongylus hobmaieri*), Dictiocaulidae (*Dictyocaulus filaria* та *Dictyocaulus viviparus*) і Metastrongylidae (*Muellerius capillaris* та *Cystocaulus nigrescens*). Збудники цих нематод можуть паразитувати в легенях, трахеї та бронхах і найдрібніших розгалуженнях бронхів а також альвеолах і альвеолярних ходах. Внаслідок паразитування в органах дихання тварин збудники викликають характерну клінічну картину, призводять до зниження продуктивності а інколи, за високої інтенсивності інвазії навіть до загибелі. Враховуючи місце локалізації паразитів, діагностика цих хвороб викликає певні труднощі, тому розробка ефективних способів виявлення збудників легеневих стронгілідозів у дрібної рогатої худоби є актуальним напрямом роботи. Мета роботи полягала у підвищенні діагностичної ефективності авторських розробок направлених на проведення гельмінтоларвоскопічних досліджень у дрібної рогатої худоби, що проводяться з метою виявлення легеневих стронгілідозів шляхом їх удосконалення та стандартизації здійснюваних послідовних дій та режимів виконання. У процесі вдосконалення було запропоновано: прилад для індивідуального відбору проб фекалій у дрібної рогатої худоби з розкриттям його технічних характеристик та методики проведення забору зразків; пристрою для відбирання надосадової рідини та ресуспендування осаду з личинками гельмінтів з розкриттям його технічних характеристик та послідовності дій при використанні запропонованого приладу; лічильну камери для гельмінтоларвоскопічних досліджень з описом її технічних характеристик та інструкції щодо використання; покрокову інструкцію щодо виконання кількісного гельмінтоларвоскопічного дослідження тварин з метою виявлення легеневих нематодозів. Викладений в статті матеріал має важливе теоретичне та практичне значення не лише для науковців але й для практикуючих лікарів ветеринарної медицини. Використання наведеної покрокової інструкції та запропонованого обладнання дозволяє підвищити діагностичну ефективність здійснюваного дослідження та знизити витрати часу на проведення одного діагностичного дослідження.

Ключові слова: дрібна рогата худоба, легеневі стронгілідози, спосіб кількісного гельмінтоларвоскопічного дослідження, удосконалення.

Бібліографічний опис для цитування: Корчан Л. М., Корчан М. І. Підвищення якості і ефективності життєвого кількісного гельмінтоларвоскопічного дослідження дрібної рогатої худоби на наявність легеневих нематодозів. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 198–204.

Вступ

Зажиттєва діагностика легеневих нематодозів (диктіокаульозу, мюллеріозу, протостронгілідозу та ін.) у дрібної рогатої худоби проводиться на підставі результатів гельмінтоларвоскопічного дослідження проб фекалій за звичай методом Бермана або його спрощеними модифікаціями: Бермана-Орлова; Вайда; Котельникова, Корчагіна і Хренова; Шильникова; Мачульського, Шабаєва і Фоміна та ін. [1–14, 17, 18, 20–25]. Для дослідження фекалій при цьому використовують апарат, що складається з лійки (полістиролової, капронової або скляної), гумової трубки (10–15 см завдовжки), з'єднаної верхнім кінцем з лійкою, затискача Мора, який закріплений на нижньому кінці гумової трубки, металевого або капронового сита або куска марлі і штатива (для одного або кількох апаратів). Гумову трубку з лійкою і затискачем закріплюють на штативі. Проби фекалій (5–10 г) кладуть на сито або загортають у марлю і вміщують у лійки. Лійки заповнюють теплою водою (35–38 °C) і в разі дослідження на легеневі гельмінтози фекалії дрібної рогатої худоби витримують 2–4 год. Личинки гельмінтів із фекалій, що занурені у воду, в силу термотропізму виходять, проходять крізь сито або марлю і осідають у нижній частині гумової трубки. Затискач Мора на трубці послаблюють, отриману рідину виливають у центрифужну пробірку і центрифугують упродовж 2–3 хв. Осад переносять на скло і досліджують під мікроскопом.

Простішим гельмінтоларвоскопічним дослідження є спосіб за Мачульським, Шабаєвим і Фоміним, відповідно до якого беруть два тиглі об'ємом 19 і 38 мл, що використовують у агрохімічних лабораторіях. У внутрішній тигель із сітчастим дном кладуть фекалії і вставляють його в зовнішній тигель, заповнений на 1/3 – 1/4 водою з температурою 45 °C. Через 2–3 години внутрішній тигель обережно виймають, а воду із зовнішнього тигля зливають, залишаючи на дні 1–2 мл осаду, який переносять на годинникове скло або в бактеріологічну чашку Петрі та проводять його мікроскопію [17].

Існуючі методи зажиттєвого гельмінтоларвоскопічного дослідження легеневих нематодозів у дрібної рогатої худоби недостатньо ефективні, мають ряд недоліків і у лабораторній практиці до цього часу не знаходять необхідного застосування. До їх недоліків можна віднести: у процесі підрахунку личинок за цими методами на предметному склі, у бактеріологічних чашках, під покривним склом, у краплі осаду витрачається значний час для максимального огляду підготовлених препаратів і можливе повторне врахування результатів підрахунків з однієї і тієї ж ділянки, тобто виникають сумніви у об'єктивному визначенні інтенсивності інвазії.

Застосування існуючих лічильних камер ВІГІС, Мак-Мастера, БЦДАУ та ін. [18, 19, 26], що використовують для підрахунку яєць гельмінтів у фекаліях недостатньо придатні для обліку личинок в суспензії осаду за проведення гельмінтоларвоскопії. Після наповнення таких лічильних камер личинки не

спливають на поверхню, а осідають на дно комірок камери. При мікроскопії через різний коефіцієнт заломлення такого осаду видно або личинок на дні комірок або сітку верхньої пластинки лічильної камери. До того ж вище вказані лічильні камери недостатньо відповідають санітарним вимогам, оскільки суспензія при нанесенні в комірки розтікається поверхнею верхніх пластинок і досить часто забруднює довкілля.

Кількісні показники інвазії у процесі дослідження фекалій за способом Бермана в осінньо-зимовий період в залежності від коливання температури в лабораторії не бувають постійними, що можна, вочевидь, пояснити швидким охолодженням води в лійках апарату Бермана і втратою ефекту термотропізму личинок паразитів. Слід також відмітити, що метод Бермана потребує значних матеріальних затрат на придбання необхідного обладнання для його використання та трудомісних зусиль з монтування для кожної проби фекалій спеціального апарату. Через утворення тріщин резинових трубок і утвореної корозії металевих затискачів (складових апарату Бермана) за тривалого їх використання нерідко виникає розливання концентрованої суспензії личинок паразитів і контамінація довкілля [15, 16, 18].

Якість кількісних гельмінтоларвоскопічних досліджень у значній мірі залежить також від способу відбору і своєчасного доставлення проб фекалій у лабораторію, що має особливе важливе значення за діагностики легеневих нематодозів. Після зберігання фекалій вже через 7–8 годин після їх відбору, із яєць гельмінтів шлунково-кишкового тракту вилуплюються личинки, що в значній мірі ускладнює диференціацію видів личинок легеневих нематод. За тривалого знаходження фекалій на теплій вологій підлозі або гранті личинки швидко мігрують у довкілля, що зменшує достовірність результатів дослідження [17, 20, 21].

У дрібних жуйних тварин під час дефекації фекалії при потраплянні на підлогу можуть змішуватися з фекаліями інших видів тварин і забруднюються, що утруднює проведення мікроскопії в осаді личинок та їх диференціації. Індивідуальний відбір проб фекалій пальцями із прямої кишки тварин через відсутність спеціальних приладів потребує значного часу та зусиль для надійної фіксації тварин а також викликає у них значну стресову реакцію [2, 22, 23].

Якість і ефективність гельмінтоларвоскопічного дослідження у значній мірі також залежить від зручного і досконалого обладнання. У лабораторіях як гуманної так і ветеринарної медицини для відбирання надосадових рідин після центрифугування суспензії личинок гельмінтів, еритроцитів, лейкоцитів, лімфоїдних клітин і ін. частіше використовують пастерівські піпетки або звичайні мірні піпетки з гумовою грушею. Проте їх використання для цих цілей має ряд недоліків. Так, нарізання пастерівського скла і приготування з нього піпеток потребує значного часу й немалих матеріальних затрат. Утримування піпеток під час тривалих досліджень у вертикальному положенні швидко

стомлює руку дослідника. Слід також відмітити, що отвір звуженої частини пастерівської піпетки не регулюється, під час ресуспендування осаду личинок, їх суспензія нерідко спінується пухирцями повітря і в такій пливці піни настає гідродинамічна деструкція личинок гельмінтів, що значно знижує якість проведеного дослідження [17, 18].

Таким чином, створення більш ефективних та ергономічних підходів для проведення гельмінтоларвоскопічного дослідження тварин є актуальним питанням, що потурбує проведення подальших досліджень.

Мета дослідження

Мета роботи полягала у підвищенні діагностичної ефективності авторських розробок направлених на проведення гельмінтоларвоскопічних досліджень у дрібної рогатої худоби, що проводяться з метою виявлення легеневих нематодозів шляхом їх удосконалення та стандартизації здійснюваних послідовних дій та режимів виконання.

Досягнення поставленої мети здійснювалося за рахунок вирішення наступних завдань:

- створення приладу для відбору проб фекалій у дрібної рогатої худоби;
- створення пристрою для відбирання надосадової рідини та ресуспендування осаду личинок гельмінтів;
- створення лічильної камери для гельмінтоларвоскопічних досліджень.

Матеріали і методи

Роботу виконували упродовж 2015–2025 років на базі лабораторії паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету. Виробничі дослідження та відбір проб фекалій здійснювали в умовах одноосібних селянських господарств Полтавської області в яких власники утримували дрібну рогату худобу та надавали дозвіл для відбору фекалій і проведення відповідних досліджень.

Роботу виконували у 3 етапів.

На 1 етапі досліджень проводили розробку приладу для індивідуального відбору проб фекалій у дрібної рогатої худоби [27].

На 2 етапі досліджень здійснювали створення пристрою для відбирання надосадової рідини та ресуспендування осаду личинок гельмінтів [28].

На 3 етапі досліджень здійснювали створення лічильної камери для гельмінтоларвоскопічних досліджень [29].

Результати та їх обговорення

Нижче ми послідовно наводимо опис діагностичних розробок і методику їх використання в процесі проведення розробленого способу кількісного гельмінтоларвоскопічного дослідження легеневих нематодозів у дрібної рогатої худоби.

Розробка приладу для індивідуального відбору проб фекалій у дрібної рогатої худоби.

Створений прилад для відбору проб фекалій у дрібної рогатої худоби (*рис. 1*) складається із циліндричної збірної камери для фекалій, внутрішній діаметр якої – 20 мм, довжина – 86 мм і товщина стінки – 1 мм.



Рис. 1. Прилад для відбору проб фекалій у дрібної рогатої худоби

Матеріалом для виготовлення циліндричної збірної камери для фекалій може слугувати циліндр одноразового шприца на 20 мл з відрізаною верхньою частиною (відкритий край збірної камери для фекалій). На відкритий край збірної камери для фекалій надягається наконечник завдовжки – 170 мм із внутрішнім діаметром – 14–19 мм і товщиною стінки – 4 мм, виготовлений із прозорої та еластичної поліпропіленової трубки. З вільного боку наконечник повинен мати зрізану під кутом 25–30 градусів і добре зглажену конічну поверхню. На кінець наконечника надівається захисний ковпачок відповідного внутрішнього діаметра. До закритого краю збірної камери через перехідну трубку приєднується балон для нагнітання повітря з гумовою трубкою, в якості якого може бути балон для нагнітання повітря від апарата Еверса, сфігмоманометра тощо.

Прилад для відбору фекалій у дрібної рогатої худоби використовують наступним чином: збірну камеру для фекалій і наконечник з ковпачком ретельно мийуть і дезінфікують; наконечник змащують вазеліном (вазелиновою олією) й обережно вводять у пряму кишку тварини, після чого починають поступово витягувати на 2/3 його довжини. У більшості випадків вже після першого подразнення слизової оболонки прямої кишки наконечником починається заповнення збірної камери приладу фекаліями. Для прискорення відбору проб фекалій за допомогою балона нагнітають

повітря в пряму кишку тварини, після чого настає акт дефекації і повне заповнення збірної камери приладу фекаліями. Крізь прозорий матеріал, з якого виготовлено прилад, можна стежити за процесом наповнення збірної камери фекаліями.

Для кожної тварини використовують окремі збірні камери з наконечниками.

Створення пристрою для відбирання надосадової рідини та ресуспендування осаду личинок гельмінтів.

Прилад для відбирання надосадової рідини із пробірок і ресуспендування осаду личинок (рис. 2) складається із циліндричної збірної камери для надосадової рідини, внутрішній діаметр якої – 16 мм, довжина – 75 мм і товщина стінки – 1 мм.



Рис. 2. Прилад для відбирання надосадової рідини із пробірок і ресуспендування осаду

Матеріалом для виготовлення циліндричної збірної камери для надосадової рідини може слугувати циліндр одноразового шприца на 10 мл. До переднього краю збірної камери за допомогою переходника приєднана відбірна частина приладу, основою якої слугує певна ділянка крапельниці типів РСН 201-206, а саме поліхлорвінілова еластична трубка довжиною 80 мм із надітим на неї затискувачем із точним роликком. До кінця еластичної трубки приєднаний латексний коннектор із вставленою в нього очною піпеткою. До верхнього краю збірної камери приєднаний (надітий або вставлений, у залежності від товщини стінки) гумовий балон, в якості якого може бути використана звичайна медична спринцівка № 3 з надрізаним гумовим наконечником.

Створений прилад для відбирання надосадової рідини і ресуспендування осаду використовують наступним чином: утримуючи продезінфікований прилад за помірно стиснутий гумовий балон, вставляють його відбірну частину (із верхнім положенням точного ролика) в пробірку і, поступово послабляючи стиснутий гумовий балон, видаляють

верхній шар, залишаючи в пробірці разом із осадом личинок 1 мл надосадової рідини. Після цього точний ролик затискувача відбірної частини переводять у нижнє положення, і регулюючи таким чином силу струменя повітря, повільно проводять ресуспендування осаду личинок в залишковій надосадовій рідині.

Створення лічильної камери для гельмінтоларвоскопічних досліджень.

Для огляду або визначення кількості личинок гельмінтів у досліджуваній пробі суспензії осаду повільно набирають її в очну піпетку відбірної частини, переводять точний ролик затискувача в крайнє нижнє положення і, натискаючи на латексний коннектор, наносять краплю суспензії осаду личинок (0,05 мл) в комірки лічильної камери.

Для кожної проби використовують окремий прилад для відбирання надосадової рідини і ресуспендування осаду.

Створену лічильну камеру для гельмінтоларвоскопічних досліджень (рис. 3) виготовлено із прозорого органічного скла, розміром 80×35 мм. На верхньому боці пластинки на відстані 10 мм від її поперечних країв наклеєно три циліндричні комірки із внутрішнім діаметром 16 мм і висотою 3 мм.



Рис. 3. Лічильна камера для гельмінтоларвоскопічних досліджень

Такі розміри пластинки і розміщення комірок дають можливість розташовувати лічильну камеру в препаратіводіях вітчизняного виробництва й оглядати, без змін її положення, дно всіх трьох комірок. Завдяки висоті циліндричних комірок суспензія осаду не розтікається по поверхні пластинки та не забруднює інші предмети.

Матеріалом для виготовлення циліндричних комірок лічильної камери може слугувати верхня частина циліндра 10-мілілітрового одноразового

шприца. На денця комірок нанесено по 15-ть 1-міліметрових паралельних лічильних доріжок, які значно полегшують мікроскопію досліджуваного осаду і дозволяють користуватися об'єктивом $\times 8$, $\times 10$ та окуляром $\times 15$. Нижня сторона камери має два поперечні борти з органічного скла, що захищають її від подряпин.

Запропоновану камеру для гельмінтоларвоскопічних досліджень використовують наступним чином. Суспензію отриманого осаду личинок за допомогою приладу для відбирання надосадової рідини і ресуспендування осаду вносять в кожну комірку лічильної камери зі стандартом у об'ємі 0,05 мл або весь об'єм отриманої суспензії (1 мл) розносять по комірках камери і проводять мікроскопію. Підраховують личинки в усередненій одній краплі суспензії або в 1 мл суспензії з 5 г фекалій.

Для диференційної діагностики живих личинок диктіокаулюсів від інших стронгілід до осаду додають 1–2 краплі 0,1 % розчину метиленового синього і змішують. Через 20–30 с вони забарвлюються у світло-бузковий колір, частинки фекалій у зелений, рідина – у блакитний, а личинки інших нематод залишаються незабарвленими.

Покрокова інструкція щодо виконання кількісного гельмінтоларвоскопічного дослідження тварин.

Кількісне гельмінтоларвоскопічне дослідження запропонованим нами способом з використанням вище описаних діагностичних розробок проводиться наступним чином. Беруть комплект звичайних прозорих поліпропіленових стаканів для гарячих і холодних продуктів об'ємом 100 мл з внутрішнім діаметром дна 4–4,5 см. Кожен комплект складається з зовнішнього і внутрішнього стаканів. На дні внутрішнього стакана роблять дрібні отвори діаметром 0,8 мм (сітку).

У зовнішній стакан наливають 30 мл теплої води (40°C), на дно внутрішнього стакана кладуть досліджувану пробу фекалій (5 г) і опускають його до тієї межі, коли розкладений шар фекалій лише стикається з теплою водою, не занурюючись у неї. Цей рівень фіксується голкою від одноразового шприца, встромленою в стінку внутрішнього стакана (рис. 4).



Рис. 4. Фіксація рівня занурення проб фекалій у воду

Щоб вода швидко не охолоджувалась і в різні пори року, а також за різних лабораторних умов зберігався стандартизований температурний режим, стакани з досліджуваними пробами ставлять у термостат з температурою 40°C (рис. 5). За цей час унаслідок підсихання верхньої та зволоження нижньої частини кульок фекалій личинки переходять в активний стан, мігрують у теплу воду. Вони не здатні плавати і осідають на дно зовнішнього стакана.



Рис. 5. Витримування підготовлених проб фекалій у термостаті

Через 2 години внутрішній стакан обережно виймають. Половину об'єму води із зовнішнього стакана виливають у першу центрифужну пробірку, а залишок рідини змішують із осадом і виливають у другу центрифужну пробірку. Щоб запобігти втратам, дно зовнішнього стакана змивають чистою водою з першої центрифужної пробірки. Пробірки центрифугують при 1000 об/хв протягом 2 хвилин. Потім надосадову рідину з них відбирають приладом для відбирання надосадової рідини із пробірок і ресуспендування осаду, а осад ресуспендують тим же приладом в 1 мл надосадової рідини, розносять по комірках створеної лічильної камери для гельмінто-ларвоскопічних досліджень і проводять мікроскопію (підрахунок личинок в одній краплі очної піпетки (0,05 мл) або в 1 мл суспензії, отриманої із 5 г фекалій (рис. 6).

Спосіб життєвого кількісного гельмінто-ларвоскопічного дослідження легеневих нематодозів з його діагностичними розробками був апробований на великому поголів'ї дрібної рогатої худоби.



Рис. 6. Приготування суспензії личинок із досліджуваних проб фекалій для підрахунку

За порівняльного дослідження запропонованого способу та методу Бермана було встановлено, що показники екстенсивності та інтенсивності інвазії в процесі дослідження фекалій за методом Бермана в осінньо-зимовий період, залежно від коливання температури в лабораторії, не були сталими. Коливання цих показників можна, вочевидь, пояснити швидким охолодженням води в лійках системи Бермана і втратою ефекту термотропізму личинок гельмінтів.

Щодо економічної ефективності, то собівартість одного дослідження проби за методом Бермана становить 38,10 грн., а запропонованим нами способом кількісного гельмінтоларвоскопічного дослідження – 11,84 грн. На створений спосіб захиттєвого кількісного гельмінтоларвоскопічного дослідження легеневих нематодозів у дрібної рогатої худоби з його діагностичними розробками отримані деклараційні патенти [27–30].

Висновки

Проведення захиттєвого кількісного гельмінтоларвоскопічного дослідження легеневих нематодозів у дрібної рогатої худоби за розробленим способом із стандартизацією в ньому режимів і дій; дослідженням індивідуальних проб фекалій, відібраних спеціально розробленим приладом; відбиранням надсадкової рідини з пробірок і ресуспендуванням осаду личинок за допомогою створеного із цією метою пристрою; кількісним обліком личинок із застосуванням розробленої лічильної камери не потребує складного обладнання та значних затрат часу, значно сприяючи підвищенню якості й ефективності захиттєвого гельмінтоларвоскопічного дослідження легеневих нематодозів у дрібної рогатої худоби, а також санітарній безпеці, ефективності лікування та проведення протипаразитарних заходів.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Snyder, P. W., Hogg, J. T., & Ezenwa, V. O. (2015). Comparison of modified flotac and baermann techniques for quantifying lungworm larvae in free-ranging bighorn sheep (*Ovis canadensis*) feces, Montana, USA. *Journal of Wildlife Diseases*, 51 (4), 843–848. <https://doi.org/10.7589/2014-10-244>
2. Carrau, T., Martínez-Carrasco, C., Garijo, M. M., Alonso, F., Ruiz de Ybáñez, R., & Tizzani, P. (2021). Evaluation of the Baermann–Wetzel method for detecting lungworm larvae in wild ruminants from faecal samples. *Journal of Helminthology*, 95. <https://doi.org/10.1017/s0022149x21000067>
3. Pennisi, M. G., Hartmann, K., Addie, D. D., Boucraut-Baralon, C., Egberink, H., Frymus, T., Gruffydd-Jones, T., Horzinek, M. C., Hosie, M. J., Lloret, A., Lutz, H., Marsilio, F., Radford, A. D., Thiry, E., Truyen, U., & Möstl, K. (2015). Lungworm disease in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 17 (7), 626–636. <https://doi.org/10.1177/1098612x15588455>
4. Gelaye, W., Williams, N. A., Kepha, S., Junior, A. M., Fleitas, P. E., Marti-Soler, H., Dantie, D., Menkir, S., Krolewiecki, A. J., van Lieshout, L., & Enbiale, W. (2021). Performance evaluation of Baermann techniques: The quest for developing a microscopy reference standard for the diagnosis of *Strongyloides stercoralis*. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 15 (2), e0009076. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009076>
5. Watts, M. R., Robertson, G., & Bradbury, R. (2016). The laboratory diagnosis of *Strongyloides stercoralis*. *Microbiology Australia*, 37 (1), 4. <https://doi.org/10.1071/ma16003>
6. Chiejina, S. N. (1982). Evaluation of modified Baermann apparatus for the recovery of infective trichostrongylid larvae from herbage samples. *Journal of Helminthology*, 56 (2), 105–109. <https://doi.org/10.1017/s0022149x00034301>
7. van Lieshout, L., & Roestenberg, M. (2015). Clinical consequences of new diagnostic tools for intestinal parasites. *Clinical Microbiology and Infection*, 21 (6), 520–528. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.03.015>
8. Colombo, M., Morelli, S., Damiani, D., Del Negro, M. A., Milillo, P., Simonato, G., Barlaam, A., & Di Cesare, A. (2022). Comparison of Different copromicroscopic techniques in the diagnosis of intestinal and respiratory parasites of naturally infected dogs and cats. *Animals*, 12 (19), 2584. <https://doi.org/10.3390/ani12192584>
9. Morelli, S., Traversa, D., Diakou, A., Colombo, M., Russi, I., Mestek, A., Chandrashekar, R., Beall, M., Paoletti, B., Iorio, R., Tsokana, A., De Cristofaro, D., Barlaam, A., Simonato, G., & Di Cesare, A. (2022). A comparison of copromicroscopic and molecular methods for the diagnosis of cat *Aelurostrongylus*. *Animals*, 12 (8), 1024. <https://doi.org/10.3390/ani12081024>
10. Bauer, B. U., Pomroy, W. E., Gueydon, J., Gannac, S., Scott, I., & Pfister, K. (2010). Comparison of the FLOTAC technique with the McMaster method and the Baermann technique to determine counts of *Dictyocaulus eckerti* L1 and strongylid eggs in faeces of red deer (*Cervus elaphus*). *Parasitology Research*, 107 (3), 555–560. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1893-z>
11. Pereira, M., Vila-Viçosa, M., Coelho, C., Santos, C., Esteves, F., Cruz, R., Gomes, L., Henriques, D., Vala, H., Nóbrega, C., Mega, A., Melo, C., Malva, M., Braguez, J., & Mateus, T. (2024). Pulmonary and gastrointestinal parasitic infections in small ruminant autochthonous breeds from centre region of Portugal—A cross sectional study. *Animals*, 14 (8), 1241. <https://doi.org/10.3390/ani14081241>
12. Tessema, W., Getachew, M., & Tora, E. (2024). Prevalence and risk factors of lungworm infection in small ruminants in selected districts of Wolaita Zone, Southern Ethiopia. *Journal of Parasitology Research*, 2024, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2024/6303598>
13. Stothard, J. R., & Adams, E. (2014). A preface on advances in diagnostics for infectious and parasitic diseases: detecting parasites of medical and veterinary importance. *Parasitology*, 141 (14), 1781–1788. <https://doi.org/10.1017/s0031182014001309>

14. Morelli, S., Diakou, A., Colombo, M., Di Cesare, A., Barlaam, A., Dimzas, D., & Traversa, D. (2021). Cat respiratory nematodes: current knowledge, novel data and warranted studies on clinical features, treatment and control. *Pathogens*, 10 (4), 454. <https://doi.org/10.3390/pathogens10040454>
15. Cringoli, G., Rinaldi, L., Maurelli, M. P., & Utzinger, J. (2010). FLOTAC: new multivalent techniques for qualitative and quantitative copromicroscopic diagnosis of parasites in animals and humans. *Nature Protocols*, 5 (3), 503–515. <https://doi.org/10.1038/nprot.2009.235>
16. Maurelli, M. P., Rinaldi, L., Alfano, S., Pepe, P., Coles, G. C., & Cringoli, G. (2014). Mini-FLOTAC, a new tool for copromicroscopic diagnosis of common intestinal nematodes in dogs. *Parasites & Vectors*, 7 (1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-356>
17. Ponomar, S. I. (Red.). (2011). *Dovidnyk z laboratornykh metodiv diahnozyky invazyinykh khvorob tvaryn*. Bila Tserkva [in Ukrainian]
18. Ponomar, S. I., Soroka, N. M., Lytvynenko, O. P., Antipov, A. A., Honcharenko, V. P., Artemenko, L. P., Nebeshchuk, O. D., Soloviova, L. M., Palamarchuk, O. V., Nebeshchuk, L. V., & Yerokhina, O. M. (2008). *Rekomendatsii shchodo helmintologichnykh doslidzhen tvaryn*. Bila Tserkva [in Ukrainian]
19. Yevstafieva, V., Shendryk, L., Shendryk, C., Shendryk, I., & Gugosyan, Yu. (2017). Improving method of quantitative counting larvae of nematodes. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 5 (1), 102–105. Retrieved from: <https://bulletin-biosafety.com/index.php/journal/article/view/89>
20. Ka Yuk Chan, C. (2012). *Laboratory Learning*. *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, 1705–1708. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_966
21. Francis, J. (2003). Best Practice No 174: Best practice guidelines for the examination of specimens for the diagnosis of parasitic infections in routine diagnostic laboratories. *Journal of Clinical Pathology*, 56 (12), 888–891. <https://doi.org/10.1136/jcp.56.12.888>
22. Hawdon, J. M., & Bernot, J. P. (2022). Teaching parasitology lab remotely using livestreaming. *The American Biology Teacher*, 84 (5), 312–314. <https://doi.org/10.1525/abt.2022.84.5.312>
23. Mendonça, C. A. S., & de Assis Silveira, F. P. R. (2016). Teaching parasitology with concept maps in laboratory lessons for teacher education courses. *American Journal of Educational Research*, 4 (3), 254–263.
24. Ricciardi, A., & Ndao, M. (2015). Diagnosis of parasitic infections: What's going on? *SLAS Discovery*, 20 (1), 6–21. <https://doi.org/10.1177/1087057114548065>
25. Thompson, R. C. A., Lymbery, A. J., & Hobbs, R. P. (2002). Teaching of parasitology to students of veterinary medicine and biomedical sciences. *Veterinary Parasitology*, 108 (4), 283–290. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(02\)00227-3](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(02)00227-3)
26. Ponomar, S. I. (1997). Lichylna kamera BTsDAU dlia koprohlmintoovoskopichnykh doslidzhen. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 10, 29. [in Ukrainian]
27. Korchan, L. M., & Korchan, M. I. (2008). *Patent na korysnu model No 35387 Ukraina. Prylad dlia vidboru prob fekalii u dribnoi rohatoi khudoby*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/317913/> [in Ukrainian]
28. Korchan, L. M., & Korchan, M. I. (2009). *Patent na korysnu model No 41564 Ukraina. Prystrii dlia vidbyrannia nadosadovoi ridyny ta resuspenduvannia osadu*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/271409/> [in Ukrainian]
29. Korchan, L. M., & Korchan, M. I. (2007). *Patent na korysnu model No 25476 Ukraina. Lichylna kamera dlia helmintolarvoskopichnykh doslidzhen*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/308226/> [in Ukrainian]
30. Korchan, L. M., & Korchan, M. I. (2008). *Patent na korysnu model No 25476 Ukraina. Sposib kilkisnoho helmintolarvoskopichnoho doslidzhennia*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/312351/> [in Ukrainian]

ORCID

L. Korchan 
M. Korchan 

<https://orcid.org/0000-0002-6064-5922>

<https://orcid.org/0000-0003-0319-6814>



2025 by the author(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.

Study of the toxicity of the drug “Devivit Carnitine” during prolonged intragastric administration

U. Vus¹ | B. Gutyj¹ | R. Sachuk² | V. Kushnir^{1,3}

Article info

Correspondence Author
B. Gutyj
E-mail:
bvh@ukr.net¹ Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Pekarska St., 50, Lviv, 79010, Ukraine² Rivne State University for the Humanities, Stepana Bandera Str., 12, Rivne, 33000, Ukraine³ State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Donetska Str., 11, Lviv, 79000, Ukraine**Citation:** Vus, U., Gutyj, B., Sachuk, R., & Kushnir, V. (2025). Study of the toxicity of the drug “Devivit Carnitine” during prolonged intragastric administration. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 205–209. doi: 10.31210/spi2025.28.03.31

The aim of this study was to investigate the toxicity of Devivit Carnitine in laboratory animals under conditions of prolonged intragastric administration. The animals received the preparation for 28 days in different doses, after which their clinical condition, morphological and biochemical blood parameters, and organ mass coefficients were evaluated. Throughout the experiment, no cases of death or signs of intoxication were observed in the rats. The animals remained active, maintained good appetite, which indicates the absence of any adverse effects of the preparation on behavioral reactions or general physiological state. Analysis of the organ mass coefficients showed that 28-day administration of Devivit Carnitine did not cause pathological changes in the mass of vital organs. A slight decrease in liver weight accompanied by an increase in the mass of kidneys, heart, and spleen can be regarded as an adaptive-compensatory response of the organism to the intake of biologically active components of the preparation that stimulate metabolic processes. Hematological parameters remained within physiological limits. A minor decrease in erythrocyte count, hemoglobin concentration, and platelet number was combined with an increase in leukocyte and granulocyte counts, indicating a mild stimulatory effect of the preparation on the cellular component of the immune system. The ratio of blood corpuscles remained within reference ranges, confirming the absence of hematotoxic effects. Biochemical analysis of blood revealed an increase in total protein, albumin, urea, triglycerides, and cholesterol concentrations, suggesting activation of protein and lipid metabolism under the influence of the preparation. At the same time, a decrease in the activity of transaminases (ALT, AST) and alkaline phosphatase, as well as a reduction in bilirubin concentration, were noted, indicating the absence of cytolytic processes in the liver and confirming the hepatoprotective properties of Devivit Carnitine. The maintenance of creatinine, calcium, phosphorus, and chloride levels within normal limits indicates normal kidney function and stability of the water – electrolyte balance. In general, the obtained results demonstrate that 28-day administration of Devivit Carnitine at different doses does not cause pathological changes in the functional state of laboratory animals. The detected alterations are of a physiologically adaptive nature and remain within normal ranges. The preparation exerts a mild stimulatory effect on protein and lipid metabolism and contributes to the optimization of hematological parameters.

Keywords: subacute toxicity, rats, Devivit Carnitine, blood, weight coefficients.

Вивчення токсичності препарату “Девівіт Карнітин” за тривалого внутрішньошлункового застосування

У. М. Вус¹ | Б. В. Гутій¹ | Р. М. Сачук² | В. І. Кушнір^{1,3}¹ Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна² Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна³ Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, м. Львів, Україна

Метою роботи було дослідити токсичність “Девівіт Карнітину” на лабораторних тваринах за довготривалого внутрішньошлункового введення. У досліді тварини отримували препарат протягом 28 днів у різних дозах, після чого проводили оцінку їх клінічного стану, морфологічних, біохімічних показників крові та вагових коефіцієнтів внутрішніх органів. Протягом усього експерименту у щурів не спостерігали випадків загибелі чи ознак інтоксикації. Тварини залишалися активними, мали добрий апетит, що вказує про відсутність негативного впливу препарату на поведінкові реакції та загальний фізіологічний стан. Аналіз вагових коефіцієнтів органів показав, що 28-добове застосування “Девівіт Карнітину” не викликало патологічних змін маси життєво важливих органів. Незначне зниження маси печінки при одночасному зростанні маси нирок, серця та селезінки можна розглядати як адаптаційно-компенаторну реакцію організму на надходження активних компонентів препарату, що стимулюють метаболічні процеси. Морфологічні показники крові залишалися в межах фізіологічних коливань. Незначне зниження кількості еритроцитів, гемоглобіну та тромбоцитів поєднувалося з підвищенням рівня лейкоцитів і гранулоцитів, що вказує про стимулюючий вплив препарату на клітинну ланку імунітету. Співвідношення формених елементів крові не виходило за межі референтних значень, що підтверджує відсутність гематотоксичної дії. Біохімічні дослідження крові показали збільшення вмісту загального білка, альбумінів, сечовини, тригліцеридів і холестерину, що вказує на активацію білкового та ліпідного обміну під дією препарату. Одночасно відзначено зниження активності трансаміназ (АлАТ, АсАТ) та лужної фосфатази, а також зменшення концентрації білірубину, що свідчить про відсутність цитолітичних процесів у печінці та підтверджує гепатопротекторні властивості “Девівіт Карнітину”. Збереження рівня креатиніну, кальцію, фосфору та хлоридів у межах норми підтверджує нормальне функціонування нирок і стабільність водно-сольового балансу. У комплексі отримані результати доводять, що 28-добове введення препарату “Девівіт Карнітин” у різних дозах не призводить до патологічних змін у функціональному стані організму лабораторних тварин. Виявлені зміни носять фізіологічно адаптивний характер і не перевищують межі норми. Препарат проявляє легкий стимулюючий вплив на білковий і ліпідний обмін, а також сприяє оптимізації гематологічних показників.

Ключові слова: підгостра токсичність, щури, Девівіт Карнітин, кров, вагові коефіцієнти.**Бібліографічний опис для цитування:** Вус У. М., Гутій Б. В., Сачук Р. М., Кушнір В. І. Вивчення токсичності препарату “Девівіт Карнітин” за тривалого внутрішньошлункового застосування. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 205–209.

Вступ

Сучасна ветеринарна медицина активно впроваджує у клінічну практику новітні фармакологічні засоби, що дозволяють ефективно впливати на патогенетичні механізми розвитку різноманітних захворювань [3, 9]. Одним із таких засобів є Девівіт Карнітин – комбінований ветеринарний препарат, до складу якого входять карнітину гідрохлорид, вітаміни Е і В₁₂, метіонін, а також мікроелементи селен та цинк. Комплексна дія даних біологічно активних компонентів забезпечує метаболічну, антиоксидантну, гепатопротекторну та загальнозміцнювальну дію, що є особливо цінним при лікуванні тварин із патологіями печінки, серця тощо [21].

Карнітин відіграє важливу роль у транспортуванні жирних кислот у мітохондрії, сприяє енергозабезпеченню клітин і підтримці гомеостазу, особливо в умовах стресу, інтоксикації або фізичного виснаження [1, 10, 13]. Вітамін Е, як потужний антиоксидант, захищає клітинні мембрани від перекисного окиснення ліпідів [7, 17], тоді як вітамін В₁₂ приймає участь у процесах кровотворення та метаболізмі амінокислот [2, 14]. Мікроелементи селен і цинк є критично важливими для функціонування ферментативних систем, імунної відповіді та регенерації тканин [8, 12, 15, 16].

Однак, незважаючи на переваги комбінованої дії, широке застосування багатокомпонентних препаратів вимагає поглибленого дослідження їх токсикологічного профілю. Саме вивчення потенційної токсичності Девівіт Карнітину при різних способах і режимах введення є необхідним для обґрунтування його безпечного використання у ветеринарній практиці. Це особливо актуально в умовах тривалого застосування або передозування, що може викликати накопичення діючих речовин, порушення гомеостазу та негативний вплив на функції внутрішніх органів тварин.

Токсикологічна оцінка ветеринарних препаратів передбачає вивчення як гострої, підгострої, так і хронічної токсичності, з обов'язковим аналізом клінічних, гематологічних, біохімічних та морфологічних показників у піддослідних тварин [6, 19]. Також важливим є встановлення безпечної терапевтичної дози та можливої кумулятивної дії.

У зв'язку з актуальним є встановлення токсичності препарату Девівіт Карнітин при експериментальному введенні тваринам, оцінка його впливу на загальний стан організму, показники крові, функціональний стан печінки, нирок та серцевого м'яза, а також визначення можливих побічних ефектів у разі надмірного або тривалого застосування.

Мета дослідження

Дослідити токсичність “Девівіт Карнітин” на лабораторних тваринах за довготривалого внутрішньошлункового введення.

Матеріали і методи

Експериментальні дослідження щодо вивчення підгострої токсичності препарату “Девівіт Карнітин” проведено на базі віварію Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів і кормових добавок (м. Львів) і лабораторії кафедри гігієни, санітарії та загальної ветеринарної профілактики імені Михайла Демчука Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

При вивченні впливу препарату за тривалого застосування керувалися результатами, отриманими під час проведення гострої токсичності. Препарат вводили внутрішньошлунково, щоденно упродовж 28 діб. Вивчення підгострої токсичності препарату «Девівіт Карнітин» проводили на білих щурах масою тіла 170–190 г. Для проведення досліду було сформовано за принципом аналогів контрольну та 3 дослідні групи тварин, по 5 щурів в кожній.

Тваринам контрольної групи застосовували ізотонічний розчин натрію хлориду.

Тваринам I дослідної групи вводили препарат Девівіт Карнітин у терапевтичній дозі – 0,1 мл/кг м.т.

Тваринам II дослідної групи вводили препарат Девівіт Карнітин у 5-кратній терапевтичній дозі – 0,5 мл/кг м.т.

Тваринам III дослідної групи вводили препарат Девівіт Карнітин у 10-кратній терапевтичній дозі – 1 мл/кг м.т.

На наступну добу після закінчення введення препарату лабораторних тварин декапітували (за легкого ефірного наркозу), відбирали проби крові, проводили гематологічні і біохімічні дослідження за загальноновизнаними методиками та розтирали і визначали коефіцієнти маси органів, порівняно з контрольною групою [4, 5, 18, 20].

Для гематологічних досліджень використовували кров стабілізовану ЕДТА, а для біохімічних досліджень – сироватку крові. В стабілізованій крові визначали: вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів, гематокрит, кількість лейкоцитів, МСН, МСV, МСНС – за допомогою гематологічного аналізатора Mythic-18. У сироватці крові визначали: загальний білок за допомогою рефрактометра ІРФ-22, активність ензимів (АлАТ, АсАТ, ЛФ), вміст креатиніну, сечовини, альбумін, білірубін, холестерин, ТАГ, ЛДГ, Са Р, Сl за допомогою напіваавтоматичного біохімічного аналізатора HumaLyzer 3000 з використанням стандартних наборів фірми Human [11, 20].

Експериментальні дослідження з вивчення підгострої токсичності на лабораторних щурах відповідали вимогам “Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших цілей” та методичних рекомендацій “Токсикологічний контроль нових засобів захисту тварин”.

Аналіз результатів досліджень проводили за допомогою пакету програм Statistica 6.0. Вірогідність різниць оцінювали за t-критерієм Стюдента. Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при * – P<0,05, ** – P<0,01, *** – P<0,001 (ANOVA).

Результати та їх обговорення

При вивченні впливу препарату на організм лабораторних тварин було встановлено, що 28-добове внутрішньошлункове введення препарату “Девіт Карнітин” не викликало захворювань чи загибелі лабораторних щурів. При цьому тварини були активними, добре поїдали корми. Результати визначення коефіцієнтів маси внутрішніх органів наведено в **таблиці 1**.

Таблиця 1

Вагові коефіцієнти маси внутрішніх органів білих щурів на 29-ту добу дослідів ($M \pm m$, $n=5$)

Внутрішні органи	Групи тварин			
	контрольна	1 група	2 група	3 група
Печінка	37,5 $\pm$ 1,29	36,2 $\pm$ 1,54	32,8 $\pm$ 0,81*	33,4 $\pm$ 1,01*
Селезінка	3,01 $\pm$ 0,16	4,29 $\pm$ 0,55	2,91 $\pm$ 0,14	4,31 $\pm$ 0,79
Серце	3,40 $\pm$ 0,09	3,69 $\pm$ 0,21	3,79 $\pm$ 0,21	3,78 $\pm$ 0,22
Легені	8,41 $\pm$ 1,41	8,31 $\pm$ 1,09	8,12 $\pm$ 1,18	9,98 $\pm$ 1,74
Нирка права	3,35 $\pm$ 0,07	3,90 $\pm$ 0,09**	3,79 $\pm$ 0,20	4,06 $\pm$ 0,20**
Нирка ліва	3,46 $\pm$ 0,11	3,74 $\pm$ 0,09	3,74 $\pm$ 0,14	3,92 $\pm$ 0,10*
Нирки	6,81 $\pm$ 0,16	7,64 $\pm$ 0,18**	7,53 $\pm$ 0,32	7,99 $\pm$ 0,21**
Маса	194,0 $\pm$ 2,45	191,0 $\pm$ 4,30	193,0 $\pm$ 3,0	189,0 $\pm$ 4,0

Примітка: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$ порівняно з контрольною групою.

Як видно з даних наведених у **таблиці 1**, довготривале внутрішньошлункове введення препарату “Девіт Карнітин” у тварин 1 дослідної групи викликало незначне зниження вагового коефіцієнту маси печінки на 3,5 % та маси тіла тварин на 1,55 % на тлі зростання вагового коефіцієнту маси селезінки на 42,5 % ($p < 0,05$), серця на 8,5 % та маси нирок на 12,2 % ($p < 0,01$) (правої на 16,4 %, лівої на 8 % відповідно).

У тварин 2 дослідної групи відзначали незначне зниження вагового коефіцієнту маси печінки на

12,5 % ($p < 0,05$), селезінки на 3,32 % та маси тіла тварин на 0,5 % на тлі зростання вагового коефіцієнту маси серця на 11,5 % та нирок на 10,6 %.

У тварин 3 дослідної групи відзначали незначне зниження вагового коефіцієнту маси печінки на 10,9 % ($p < 0,05$) та маси тіла тварин на 2,58 % на тлі зростання вагового коефіцієнту маси селезінки на 43,2 %, серця на 11,2 % та нирок на 17,3 % ($p < 0,01$).

Результати гематологічних досліджень представлені в **таблиці 2**.

Таблиця 2

Морфологічні показники крові білих щурів ($M \pm m$, $n=5$)

Показники	Групи тварин			
	контрольна	1 група	2 група	3 група
Гемоглобін, г/л	145,2 $\pm$ 3,15	142,2 $\pm$ 4,01	142,4 $\pm$ 3,64	142,6 $\pm$ 3,26
Еритроцити, 10^{12} /л	6,73 $\pm$ 0,19	6,53 $\pm$ 0,16	6,56 $\pm$ 0,11	6,43 $\pm$ 0,15
Лейкоцити, 10^9 /л	6,46 $\pm$ 0,63	8,4 $\pm$ 0,51	7,62 $\pm$ 0,49	5,82 $\pm$ 0,81
Гематокрит, %	37,6 $\pm$ 0,78	35,4 $\pm$ 1,44	36,2 $\pm$ 0,74	36,5 $\pm$ 0,66
МНС, г/дл	38,6 $\pm$ 0,22	38,8 $\pm$ 0,28	39,4 $\pm$ 0,59	39,04 $\pm$ 0,29
МСН, пг	21,6 $\pm$ 0,45	21,8 $\pm$ 0,31	21,7 $\pm$ 0,56	22,2 $\pm$ 0,49
MCV, мкм ³	56,02 $\pm$ 0,92	56,2 $\pm$ 0,45	55,3 $\pm$ 1,04	56,9 $\pm$ 1,12
Тромбоцити, 10^9 /л	763,2 $\pm$ 82,0	587,2 $\pm$ 90,9	621,8 $\pm$ 86,3	706 $\pm$ 68,8
Лімфоцити, %	64,6 $\pm$ 2,46	64,3 $\pm$ 0,68	56,1 $\pm$ 2,28*	66,8 $\pm$ 2,39
Моноцити, %	4,72 $\pm$ 0,59	4,48 $\pm$ 0,35	4,84 $\pm$ 0,54	3,8 $\pm$ 0,53
Гранулоцити, %	30,7 $\pm$ 1,94	31,2 $\pm$ 0,95	39,04 $\pm$ 2,05*	29,4 $\pm$ 2,17

Примітка: * – $p < 0,05$ порівняно з контрольною групою.

Як видно з даних **таблиці 2**, застосування препарату “Девіт Карнітин” у тварин 1 дослідної групи викликало зниження концентрації гемоглобіну на 2,07 %, кількості еритроцитів – на 2,97 %, величини гематокриту – на 5,85 % та кількості тромбоцитів – на 23,1 % на тлі зростання кількості лейкоцитів на 30,03 %. При аналізі індексів червоної крові відзначали зростання середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті (МНС) на – 0,52 %, середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті (МСН) на – 0,93 % та середнього об’єму еритроцита (MCV) на – 0,32 %. При визначенні кількості лейкоцитів та співвідношення їх окремих форм було встановлено, що застосування препарату у тварин 1 дослідної групи відзначали зниження кількості лімфоцитів та

моноцитів, відповідно на 0,46 % та 5,08 % на фоні незначного зростання кількості гранулоцитів – на 1,63 %.

У тварин 2 дослідних груп відзначали зниження концентрації гемоглобіну на 1,93 %, кількості еритроцитів – на 2,53 %, величини гематокриту – на 3,72 % та кількості тромбоцитів – на 18,5 % на тлі зростання кількості лейкоцитів – на 17,9 %. При аналізі індексів червоної крові відзначали зниження середнього об’єму еритроцита (MCV) – на 1,29 % на фоні зростання середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті (МНС) – на 2,07 %, середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті (МСН) на – 0,46 %. При визначенні кількості лейкоцитів та співвідношення їх окремих форм було встановлено, що застосування у

тварин 1 дослідної групи відзначали зниження кількості лімфоцитів на 13,2 % ($p<0,05$) на фоні незначного зростання кількості гранулоцитів та моноцитів, відповідно – на 27,2 % ($p<0,05$) та 2,54 %.

У тварин 3 дослідної групи відзначали зниження концентрації гемоглобіну на 1,79 %, кількості еритроцитів – на 4,46 %, кількості лейкоцитів – на 9,91 %, величини гематокриту – на 2,93 % та кількості тромбоцитів – на 7,49 %. При аналізі індексів червоної крові відзначали незначне зростання концентрації гемоглобіну в еритроциті (МСНС) – на 1,14 %, середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті (МСН) – на 2,78 % та середнього об'єму еритроцита (MCV) – на 1,57 %. При визначенні кількості лейкоцитів та співвідношення їх окремих форм було встановлено, що застосовування у тварин

3 дослідної групи відзначали зростання кількості лімфоцитів – на 3,41 % на фоні незначного зниження кількості гранулоцитів та моноцитів, відповідно – на 4,23 % та 19,5 %.

Як видно, з даних **таблиці 3**, при вивченні впливу досліджуваного засобу на біохімічні показники крові у тварин 1 дослідної групи відзначали зростання вмісту загального білка – на 11,6 % ($p<0,05$), альбумінів – на 11,4 %, активності АсАТ – на 2,7 %, рівня сечовини – на 19,8 % ($p<0,05$), активності ЛДГ – на 7,7 %, холестерину – на 37,4 % ($p<0,05$), ТАГ – в 1,5 разів ($p<0,05$), Са – на 4,75 % та СІ на –13,1 % на тлі зниження активності АлАТ на – 3,5 %, активності ЛФ – на 0,49 %, білірубину – на 27,7 % ($p<0,05$), Р – на 16,9 %.

Таблиця 3

Біохімічні показники крові білих щурів ($M\pm m$, $n=5$)

Показники	Групи тварин			
	контрольна	1 група	2 група	3 група
Загальний білок, г/л	66,04±0,50	73,7±1,99**	76,3±3,13*	74,4±2,60*
Альбуміни, г/л	22,94±0,19	25,5±1,08*	27,2±0,33***	25,6±1,74
АлАТ, Од/л	88,58±4,54	85,5±2,94	75,9±3,17	67,6±4,38*
АсАТ, Од/л	192,3±11,04	197,5±8,36	185,3±7,89	185,2±10,5
Сечовина, ммоль/л	8,38±0,41	10,04±0,25**	10,8±0,22***	9,96±0,51*
Креатинін, мкмоль/л	92,26±3,81	92,2±3,16	87,8±3,53	93,3±4,58
ЛФ, од/л	286,8±22,2	285,4±29,6	240,3±19,6	250,8±28,1
ЛДГ од/л	2866,2±200,6	3087,0±356,2	2926,4±389,5	2743,0±170,7
Холестерин, ммоль/л	0,99±0,03	1,36±0,12*	0,99±0,07	1,09±0,08
ТАГ, ммоль/л	0,84±0,07	1,3±0,17*	1,47±0,07***	1,69±0,15***
Білірубін, ммоль/л	8,66±0,55	6,26±0,45*	7,04±0,66	5,38±0,42**
Са, ммоль/л	2,95±0,04	3,09±0,12	3,13±0,14	2,94±0,03
Р, ммоль/л	1,59±0,03	1,32±0,04***	1,5±0,04	1,43±0,09
СІ, ммоль/л	97,4±2,29	110,2±7,77	94,9±1,31	100,4±3,35

Примітка: * - $p<0,05$, ** - $p<0,01$, *** - $p<0,001$ порівняно з контрольною групою.

У тварин 2 дослідної групи відзначали тенденцію до зростання загального білка на 15,5 % ($p<0,05$), концентрації альбуміну на 18,8 % ($p<0,001$), рівня сечовини на – 28,9 % ($p<0,01$), ЛДГ – на 2,1 %, ТАГ – в 1,75 разів ($p<0,001$), Са – на 6,1 % на тлі зниження активності АсАТ – на 3,6 %, АлАТ – на 14,3 %, рівня креатиніну – на 4,88 %, активності ЛФ – на 16,2 %, білірубину – на 18,7 %, Р – на 5,66 %, СІ – на 2,57 %.

У тварин 3 дослідної групи відзначали зростання загального білка на 12,7 % ($p<0,05$), концентрації альбуміну – на 11,6 %, рівня сечовини – на 18,9 % ($p<0,05$), рівня креатиніну – на 1,01 %, холестерину – на 10,1 %, ТАГ – в рази ($p<0,001$), СІ – на 3,01 % на тлі зниження активності АсАТ на 3,7 %, АлАТ – на 23,7 % ($p<0,05$), активності ЛФ – на 12,6 %, ЛДГ – на 4,29 %, білірубину – на 37,9 % ($p<0,01$), Са – на 0,34 %, Р – на 10,1 %.

Висновки

1. Застосування препарату “Девівіт Карнітин” у тварин 1 дослідної групи викликало зниження вагового коефіцієнту маси печінки, маси тіла тварин, концентрації гемоглобіну, кількості еритроцитів, величини гематокриту, кількості тромбоцитів, кількості лімфоцитів, моноцитів, активності АлАТ, ЛФ, білірубину та Р на тлі зростання вагового коефіцієнту

маси селезінки, серця, нирок, кількості лейкоцитів, середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті (МСНС), середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті (МСН), середнього об'єму еритроцита (MCV), кількості гранулоцитів, вмісту загального білка, альбумінів, активності АсАТ, рівня сечовини, активності ЛДГ, холестерину, ТАГ, Са та СІ.

2. Застосування препарату “Девівіт Карнітин” у тварин 2 дослідної групи викликало зниження вагового коефіцієнту маси печінки, селезінки, маси тіла тварин, концентрації гемоглобіну, кількості еритроцитів, величини гематокриту, середнього об'єму еритроцита (MCV), кількості тромбоцитів, кількості лімфоцитів, активності АсАТ, АлАТ, рівня креатиніну, активності ЛФ, білірубину, Р та СІ на тлі зростання вагового коефіцієнту маси серця, нирок, кількості лейкоцитів, середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті (МСНС), середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті (МСН), кількості гранулоцитів, моноцитів, загального білка, концентрації альбуміну, рівня сечовини, ЛДГ, ТАГ та Са.

3 Застосування препарату “Девівіт Карнітин” у тварин 3 дослідної групи викликало зниження вагового коефіцієнту маси печінки, маси тіла тварин, концентрації гемоглобіну, кількості еритроцитів, /кількості лейкоцитів, величини гематокриту, кількості тромбоцитів, кількості гранулоцитів,

моноцитів, АсАТ, АЛАТ, ЛФ, ЛДГ, білірубину, Са та Р на тлі зростання вагового коефіцієнту маси селезінки, серця, нирок, концентрації гемоглобіну в еритроциті (МСНС), середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті (МСН), середнього об'єму еритроцита (МСV), кількості лімфоцитів, загального білка, концентрації альбуміну, рівня сечовини, рівня креатиніну, ТАГ, СІ.

Фінансування

Дослідження виконано за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України в рамках науково-прикладного проєкту “Наукове обґрунтування превентивних та профілактичних заходів у продуктивних тварин за умов техногенного навантаження в контексті забезпечення продовольчої безпеки держави” (номер державної реєстрації 0124U001085).

Конфлікт інтересів

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

References

- Borum, P. R. (1983). Carnitine. *Annual Review of Nutrition*, 3 (1), 233–259. <https://doi.org/10.1146/annurev.nu.03.070183.001313>
- Gil Martínez, V., Avedillo Salas, A., & Santander Ballestín, S. (2022). Vitamin supplementation and dementia: A systematic review. *Nutrients*, 14 (5), 1033. <https://doi.org/10.3390/nu14051033>
- Horiuk, Y. V., Mizyk, V. P., & Volokh, Y. S. (2025). The effect of the Phagomast drug on the indicators of resistance in cows during the treatment of subclinical mastitis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 8 (2), 22–25. <https://doi.org/10.32718/ujvas8-2.04>
- Hotsulia, A. S., Zazharskyi, V. V., Davydenko, P. O., Kulishenko, O. M., Parchenko, V. V., Bushuieva, I. V., Grynychshyn, N. M., Gutij, B. V., Magrelo, N. V., Prysyaznyuk, V. Y., Sus, H. V., Vus, U. M. (2021). Experimental simulation of tuberculosis and its features in rabbits under conditions of isoniazid and N'-(2-(5-((theophylline-7-yl) methyl)-4-ethyl)-1,2,4-triazole-3-ylthio)acetyl)isonicotinohydrozide. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (3), 135–140.
- Labunska, O.-L., Hunchak, V., Gutij, B., & Soltys, M. (2024). Study of acute and subacute toxicity of an immunostimulating drug based on the S-derivative of 1,2,4-triazole. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26 (115), 145–152. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11521>
- Lavryshyn, Y., Gutij, B., Verveha, B., Kutsan, O., Hunchak, V., Khariv, I., Kushnir, V., Vasiv, R., Leskiv, K., & Guta, Z. (2023). Definition of Acute Toxicity and Cumulative Properties of the Drug “Lipointersil”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25 (112), 83–89. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11214>
- Miyazawa, T., Burdeos, G. C., Itaya, M., Nakagawa, K., & Miyazawa, T. (2019). Vitamin E: Regulatory redox interactions. *IUBMB Life*, 71 (4), 430–441. <https://doi.org/10.1002/iub.2008>
- Mojadadi, A., Au, A., Salah, W., Witting, P., & Ahmad, G. (2021). Role for selenium in metabolic homeostasis and human reproduction. *Nutrients*, 13 (9), 3256. <https://doi.org/10.3390/nu13093256>
- Mykhailiutenko, E. V. (2025). Effectiveness of medicines for Trichurosis of the nutritae. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 8 (2), 65–69. <https://doi.org/10.32718/ujvas8-2.11>
- Pekala, J., Patkowska-Sokoła, B., Bodkowski, R., Jamroz, D., Nowakowski, P., Lochyński, S., & Librowski, T. (2011). L-carnitine--metabolic functions and meaning in humans life. *Current Drug Metabolism*, 12 (7), 667–678. <https://doi.org/10.2174/138920011796504536>
- Sachuk, R., Gutij, B., Velesyk, T., Lyko, S., Katsaraba, O., Pepko, V., Portukhai, O., & Yakuta, O. (2023). Experimental evaluation of the acute toxicity and irritant effect of “BTF plus” – a veterinary medicinal product for the normalization of metabolic processes in animals and poultry. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25 (99), 14–21. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9903>
- Schoofs, H., Schmit, J., & Rink, L. (2024). Zinc toxicity: Understanding the limits. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 29 (13), 3130. <https://doi.org/10.3390/molecules29133130>
- Shen, L., Li, J., Chen, Y., Lu, Z., & Lyu, W. (2020). L-carnitine's role in KAATSU training-induced neuromuscular fatigue. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 125, 109899. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.109899>
- Smith, A. D., Warren, M. J., & Refsum, H. (2018). Vitamin B12. *New Research and Developments of Water-Soluble Vitamins*, 83, 215–279. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.11.005>
- Sobolev, O. I., Gutij, B. V., Sobolieva, S. V., Borshch, O. O., Nedashkivsky, V. M., Kachan, L. M., Karkach, P. M., Nedashkivska, N. V., Poroshinska, O. A., Stovbetska, L. S., Emelyanenko, A. A., Shmayun, S. S., Guta, Z. A. (2020). Selenium in natural environment and food chains. A Review. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (4), 148–158. https://doi.org/10.15421/2020_182
- Sobolev, O., Gutij, B., Petryshak, R., Pivtorak, J., Kovalskyi, Y., Naumyuk, A., Petryshak, O., Semchuk, I., Mateusz, V., Shcherbatyy, A., & Semeniv, B. (2018). Biological role of selenium in the organism of animals and humans. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 654–665.
- Soma, S. Y., Hasan, M. M., Parvez, M. M. M., Islam, R., Rashid, M. B., Sarkar, S., Tonu, N. S., & Shahadat, M. N. (2025). Effects of Selenium and vitamin E against arsenic toxicity in Broiler. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 8 (2), 7–15. <https://doi.org/10.32718/ujvas8-2.02>
- Vasylyev, D., Priimenko, B., Aleksandrova, K., Mykhalchenko, Y., Gutij, B., Mazur, I., Magrelo, N., Sus, H., Dashkovskyy, O., Vus, U., & Kamratska, O. (2021). Investigation of the acute toxicity of new xanthine xenobiotics with noticeable antioxidant activity. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (1), 315–318.
- Verveha, B. M., Gutij, B. V., Lishchuk, S. H., Holubiev, M. I., & Mylostyvyi, R. V. (2023). Oxidative modification of proteins and antioxidant status in blood of the rats with experimental acute generalized peritonitis against the background of streptozotocin-induced diabetes. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (2), 260–265. <https://doi.org/10.15421/022338>
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratych, I. B. (2012). *Laboratory methods up to biology, animal husbandry and veterinary medicine*. Spolom: Lviv
- Vus, U. M., Sachuk, R. M., Gutij, B. V., Velesyk, T. A., Kozenko, O. V., Dvyliuk, I. V., Magrelo, N. V., Klym, H. V., Vysotskyi, A. O., Krempa, N. Y., & Martyshuk, T. V. (2025). Evaluation of the effectiveness of Devivit Carnitine in the treatment of lactating cows with myocardiosis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 8 (2), 76–80. <https://doi.org/10.32718/ujvas8-2.13>

ORCID

- U. Vus  <https://orcid.org/0000-0003-3376-9804>
 B. Gutij  <https://orcid.org/0000-0002-5971-8776>
 R. Sachuk  <https://orcid.org/0000-0003-4532-4220>
 V. Kushnir  <https://orcid.org/0000-0002-9374-2454>



2025 by the author(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.

Identification of *Bacillus amyloliquefaciens* isolated from quails and selection of promising strains based on the main typical properties

H. Buchkovska¹ | O. Vishchur¹ | V. Melnychuk² | O. Chechet³ | O. Gorbatyuk⁴ | I. Rublenko⁵ | O. Pishchanskyi⁴ | L. Balanchuk⁴ | O. Zhovnir⁶

Article info

Correspondence Author

O. Gorbatyuk

E-mail:

goroliva@ukr.net

¹Institute of Animal Biology of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Vasyly Stus Str., 38, Lviv, Ukraine

²Poltava State Agrarian University, Skovorody Str., 1/3, Poltava, 36003, Ukraine

³Odesa State Agrarian University, Panteleimonivska Str., 13, Odesa, 6500, Ukraine

⁴State Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Donetska Str., 30, Kyiv, 03151 Ukraine

⁵Bila Tserkva National Agrarian University, Stavishchanska Str., 126, Bila Tserkva, 09100, Ukraine

⁶Institute of Veterinary Medicine National Academy of Agrarian Sciences, Donetska Str., 30, Kyiv, 03151, Ukraine

Citation: Buchkovska, H., Vishchur, O., Melnychuk, V., Chechet, O., Gorbatyuk, O., Rublenko, I., Pishchanskyi, O., Balanchuk, L., & Zhovnir, O. (2025). Identification of *Bacillus amyloliquefaciens* isolated from quails and selection of promising strains based on the main typical properties. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 210–216. doi: 10.31210/spi2025.28.03.31

The article is devoted to solving the problem of increasing the production volumes of high-quality and safe products in the poultry farming sectors of Ukraine by developing and applying cheap, effective, natural biological preparations as an alternative to antibiotics to maintain stable epizootic situation in poultry farming and reduce epidemic risks to humans within the framework of the “Single Health” and Global Health Protection strategies. In this area of work, non-pathogenic, spore-forming bacteria of *Bacillus* genus are of interest because they are resistant to environmental conditions and capable of producing large amounts of secretory proteins, enzymes, anti-microbial compounds, vitamins and carotenoids. Therefore, the article presents the results of microbiological studies of 167 samples of ligated quails' intestines to isolate and identify *Bacillus* spp. and to identify bacteria of *Bacillus amyloliquefaciens* species based on typical morphological, cultural, and biochemical peculiarities. These strains were further studied, and the prospects of their using to make symbiotic preparation were determined. From the inoculum, 123 (73.7 %) isolates of *Bacillus* spp. were isolated with the morphology characteristic of bacilli and cultural growth on MPA and MPB. Among the isolated bacilli, 7 (5.7 %) cultures of *Bacillus amyloliquefaciens* bacteria were identified, which was confirmed by the characteristic typical indicators of metabolic activity: the absence of bacterial growth at 50 °C under anaerobic conditions, in the presence of high concentrations of sodium chloride, in the absence of nitrate reduction and citrate utilization, in the absence of indole and hydrogen sulfide production, and in the absence of carbohydrates fermentation including lactose, arabinose, raffinose, cellobiose, galactose, and salicin. At the same time, the experimental isolates split starch, hydrolyzed esculin and casein, utilized succinate, formed oxidase, produced catalase, and fermented carbohydrates such as glucose, mannitol, xylose, and fructose. The research results of experimental bacilli isolates confirmed the presence of all the main typical properties characteristic of *Bacillus amyloliquefaciens* species. Based on the obtained data, the experimental cultures of *Bacillus amyloliquefaciens* were transferred to the strain category and subjected to deep freezing in cryo-tubes for further testing to study their antagonistic properties against Gram-positive and Gram-negative bacteria and other requirements for promising symbiotic strains.

Keywords: *Bacillus* spp., identification, *Bacillus amyloliquefaciens*, metabolic activity, promising strains, symbiotics.

Ідентифікація *Bacillus amyloliquefaciens*, виділених від перепелів, та відбір перспективних штамів за основними типовими властивостями

Г. А. Бучковська¹ | О. І. Віщур¹ | В. В. Мельничук² | О. М. Чечет³ | О. І. Горбатюк⁴ | І. О. Рубленко⁵ | О. В. Піщанський⁴ | Л. В. Баланчук⁴ | О. М. Жовнір⁶

¹Інститут біології тварин НААНУ, м. Львів, Україна

²Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

³Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

⁴Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики і ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

⁵Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

⁶Інститут ветеринарної медицини НААН, м. Київ, Україна

Стаття присвячена вирішенню проблеми, пов'язаної зі збільшення об'ємів виробництва якісної і безпечної продукції птахівничої галузі в Україні шляхом розробки і застосування дешевих, ефективних, натуральних біологічних препаратів, як альтернативи антибіотикам. Це необхідно для підтримання стабільної епізоотичної ситуації у птахівництві та зниження епідемічних ризиків для людини в межах дії світових стратегій «Єдине здоров'я» та Глобальної безпеки охорони здоров'я. В цьому напрямку роботи викликають зацікавленість непатогенні, споруутворюючі бактерії роду *Bacillus*, оскільки вони є стійкими до умов зовнішнього середовища та здатні продукувати велику кількість секреторних білків, ферментів, антимікробних сполук, вітамінів, каротиноїдів. Тому, в статті подаються результати мікробіологічних досліджень 167-и зразків лігатурованих кишечників від перепелів для виділення і ідентифікації *Bacillus* spp. та за типовими морфологічними, культуральними, біохімічними особливостями ідентифікувати бактерії виду *Bacillus amyloliquefaciens*. Такі штами надалі дослідити, визначити їх перспективність застосування для виготовлення синбіотичного препарату. Із посівного матеріалу виділено 123 (73,7 %) ізоляти *Bacillus* spp. з характерною для бацил морфологією та культуральним ростом на МПА і МПБ. Серед виділених ізолятів бацил ідентифіковано 7 (5,7 %) культур бактерій виду *Bacillus amyloliquefaciens*, що підтверджено характерними типовими показниками метаболічної активності: відсутністю росту бактерій за температури 50 °C, за культивування в анаеробних умовах, за присутності високої концентрації хлориду натрію, за відсутності редукції нітратів і утилізації цитратів, за відсутності продукції індолу і сірководню, за відсутності ферментації вуглеводів лактози, арабінози, рафінози, целобіози, галактози, саліцину. При цьому дослідні ізоляти розщеплювали крохмаль, гідролізували ескулін і казеїн, утилізували сукцинат, утворювали оксидазу, продукували каталазу, ферментували вуглеводи глюкозу, маніт, ксилітозу, фруктозу. Результати досліджень дослідних ізолятів бацил підтверджували наявність всіх основних типових властивостей, характерних для виду *Bacillus amyloliquefaciens*. На основі одержаних даних дослідні культури *Bacillus amyloliquefaciens* переведено в категорію штамів та піддано глибокому заморожуванню в кріопробірках для проведення подальших випробувань щодо вивчення рівня їх антагоністичних властивостей проти грампозитивних і грамотригативних бактерій та інших вимог до перспективних синбіотичних штамів.

Ключові слова: *Bacillus* spp., ідентифікація, *Bacillus amyloliquefaciens*, метаболічна активність, перспективні штами, синбіотики.

Бібліографічний опис для цитування: Бучковська Г. А., Віщур О. І., Мельничук В. В., Чечет О. М., Горбатюк О. І., Рубленко І. О., Піщанський О. В., Баланчук Л. В., Жовнір О. М. Ідентифікація *Bacillus amyloliquefaciens*, виділених від перепелів, та відбір перспективних штамів за основними типовими властивостями. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 210–216.

Вступ

Останні тенденції щодо лікування і профілактики інфекційних захворювань птиці, підтримання стабільної епізоотичної ситуації в птахогосподарствах на території України, а відтак і позитивного впливу на зниження епідемічних ризиків в межах дії світових стратегій «Єдине здоров'я» (One Health) та Глобальна безпека охорони здоров'я (Global Health Security), до яких долучена наша держава, направлені на вивчення методів знешкодження бактеріальних інфекцій за використання біологічних препаратів у вигляді пробіотиків, синбіотиків у комплексі з пребіотиками. Для розробки і застосування на виробництві таких препаратів наразі особливий інтерес викликають бактерії роду *Bacillus* [1].

Відомо, що сучасний розвиток концепції синбіотиків особливо інтенсивно розпочався з 2014 року після активізації і розширення діяльності міжнародних товариств: Міжнародної асоціації пробіотиків (International Probiotics Association), Міжнародної наукової асоціації пробіотиків і пребіотиків (International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics), Всесвітньої гастроентерологічної асоціації (The World Gastroenterology Organisation (WGO)), Американської гастроентерологічної асоціації (The American Gastroenterological Association (AGA)). Цей етап ознаменувався прийняттям оновленої версії настанови WGO уже з доказовою базою і позитивним досвідом останніх років щодо використання пробіотиків, пребіотиків і синбіотиків [2–4]. Тому, нині використання на виробництві адекватних нових розробок біоактивних препаратів на основі бацилярних бактерій має вирішальне значення для підвищення і забезпечення якості сировини і продукції птахівничої галузі, оскільки ці препарати є натуральними.

Відомо, що кишкова мікробіота відіграє важливу роль у регулюванні запальних, метаболічних, імунних та нейробиологічних процесів в організмі тварин, птиці і людини [5–7]. Потенціал синбіотиків, пробіотиків, пребіотиків, постбіотиків за практичного застосування у тваринництві, птахівництві для тварин і птиці та гуманній медицині для людини, поступово розкривається. Одержані науковцями дані демонструють позитивний вплив цих препаратів на покращення здорового стану кишечника через регуляцію кишкового мікробіоценозу, покращення функціонування кишкового епітеліального бар'єру, підвищення ефективності імунорегуляторних механізмів, терапевтичного ефекту, поліпшення метаболічних процесів в організмі тварин, птиці і людини [8–10].

Зокрема, науковий і практичний інтерес, як наголошують науковці, викликає природна здатність бацил виробляти велику кількість секреторних білків, ферментів, антимікробних сполук, вітамінів та каротиноїдів, що засвідчує важливість використання непатогенних бацилярних бактерій у створенні біологічних препаратів [11].

Наукові дані показали, що штами *Bacillus amyloliquefaciens* за глибинного культивування, синтезують метало- та серинову протеази. Такі

протеази, як стверджують автори, здатні лізувати живі клітини *Staphylococcus aureus*. Крім того, *Bacillus amyloliquefaciens* синтезують протеази, які здатні до гідролізу нативних нерозчинних протеїнів – еластину, фібрину, колагену. Відомо, що ці ензими у фізіологічних умовах організму проявляють високу літичну активність стосовно грампозитивних мікроорганізмів, тому представляють і науковий і практичний інтереси [12, 13].

Зростання вимог до виробництва якісної і безпечної продукції тваринницької і птахівничої галузей в Україні обумовлює нагальну потребу у розробці і втіленню у практику дешевих, ефективних біологічних препаратів, зокрема на основі *Bacillus amyloliquefaciens*, для підвищення продуктивності птиці та якості сировини і продукції, одержаної від них [14–16].

Мета дослідження

Метою роботи було виділити із біологічного матеріалу від перепелів бактерії роду *Bacillus*, ізолювати, ідентифікувати вид бактерій *Bacillus amyloliquefaciens*, відібрати перспективні штами для вивчення їх відповідності вимогам щодо створення синбіотичних препаратів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- виготовити суспензії скарифікатів із слизової лігатурованих кишечника перепелів, виконати посіви на селективні диференційно-діагностичні середовища для отримання ізолятів бактерій роду *Bacillus*;
- провести ідентифікацію бактерій роду *Bacillus*;
- за характерною морфологією, характерними особливостями росту на МПБ та культуральним ростом на твердому поживному середовищі (МПА) відібрати типові колонії бацил для ідентифікації виду *Bacillus amyloliquefaciens*;
- провести за показниками метаболічної активності перевірку основних типових властивостей бактерій для підтвердження виду *Bacillus amyloliquefaciens* та надати дослідним ізолятам категорії «штам»;
- провести глибоку заморозку дослідних штамів *Bacillus amyloliquefaciens* для їх збереження для подальших досліджень.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на базах науково-дослідного бактеріологічного відділу (НДБВ) Державного науково-дослідного інституту лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (ДНДІЛДВСЕ), м. Київ; кафедри мікробіології та вірусології Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ), м. Біла Церква та Полтавської державної академії, м. Полтава.

З метою виділення ізолятів бактерій роду *Bacillus* для досліджень було доставлено 167 зразків лігатурованих відрізків товстого відділу кишечника від

перепелів із перепільничих господарств Київської, Черкаської, Житомирської областей України.

За проведення пробопідготовки біологічного матеріалу відрізки кишечника розміщали на стерильній чашці, знімали лігатури, розрізали по довжині стерильними ножицями. За допомогою стерильного скальпеля видаляли вміст кишечника та промивали залишки вмісту стерильним фізіологічним розчином у ємність із дезінфікуючою речовиною. На підготовлених відрізках кишечника за допомогою стерильного скальпеля ретельно скарифікували слизові оболонки відповідних зразків. Скарифікати вносили у марковані пробірки з МПБ та інкубували за температури $37 \pm 1^\circ\text{C}$ протягом 24 год. Після інкубації пробірки з посівами прогрівали за температури 80°C протягом 20 хв для знешкодження супутніх контамінантів та неспороутворюючих бактерій. Після охолодження дослідних пробірок з посівами, проводили пересіви на тверде середовище – м'ясо-пептонний агар (МПА) методом виснажуючих штрихів за Дригальським для одержання росту окремих колоній. Далі проводили інкубацію посівів протягом 24–48 год в термостаті за температури $37 \pm 1^\circ\text{C}$.

Після закінчення терміну культивування у 123 (73,7 %) зразках із 167 посівного матеріалу було виявлено колонії з характерним для бацил культуральним ростом: колонії тілесного, сірувато-білого, білого кольору, колонії, які поступово набирали коричневого відтінку, були матовими, зі слизовою поверхнею, з ущільненнями, борозенками, з центром у вигляді кратера, з фестончастими краями, з виростами, були округлої форми, за розмірами – великі, середні, малі, в агар не вросли, легко знімалися з поверхні твердого середовища. Добові бульйонні культури у 123 відповідних посівних зразках характеризувалися інтенсивним помутнінням бульйону, випадінням осаду, просвітлінням стовпчика середовища, у багатьох випадках на поверхні бульйону була сформована плівка білуватого кольору [17].

Для ідентифікації бактерій роду *Bacillus amyloliquefaciens* серед дослідних зразків було вибрано 7 (5,7 %) ізолятів з характерним для цього виду бацил культуральним ростом на МПА у трьох різновидностях та з урахуванням відсутності поверхневої плівки на МПБ. Відібрані культури були пересіяні повторно на МПА, МПБ та проведена їх мікроскопія. Виготовлені для морфологічних досліджень препарати були зафіксовані хімічним способом на протязі 20 хв та пофарбовані за методом Грама.

Для подальшої ідентифікації бактерій *Bacillus amyloliquefaciens* із дослідних зразків проводили пересіви:

- на пробірки з МПА (для підтвердження росту бактерій роду *Bacillus* за температури 50°C);

- на пробірки з МПА під вазеліновою олією та без неї (для виявлення росту чи його відсутності у дослідних бацил за анаеробних умов);

- на МПА з 10,0 % хлоридом натрію (для виявлення росту в присутності високої концентрації хлориду натрію);

- проводили тест на каталазу на склі (за внесення культури у розчин з перекисом водню та наявності або відсутності інтенсивного газоутворення);

- проводили пересіви на крохмальний агар (для виявлення властивості його розщеплювати);

- здійснювали пересіви на ескуліновий гідролізований агар (для виявлення гідролізу ескуліну);

- проводили посіви на молочний агар (для виявлення ферментів гідролізу казеїну);

- проводили тест на редукцію нітратів.

Для подальшої видової ідентифікації бактерій *Bacillus amyloliquefaciens* проводили пересіви всіх дослідних ізолятів на середовища Гісса з целобіозою, глюкозою, фруктозою, галактозою, лактозою, маннозою, манітом, рафінозою, ксилозою, арабінозою для виявлення ферментації означених вуглеводів. Для перевірки здатності щодо утворення сірководню дослідні ізоляти пересівали на агар Клінгера (за зміною кольору середовища на чорний по посівному уколу культури). Здатність до утилізації цитрату перевіряли, проводячи посіви на агар Сіммонса (за зміною кольору середовища).

Після підтвердження всіх основних типових властивостей – морфологічних, культуральних і біохімічних, ізоляти *Bacillus amyloliquefaciens* були переведені в категорію «штам» з відповідними назвами.

Дослідні штами *Bacillus amyloliquefaciens*, виділені від перепелів, були кріогенізовані для тривалого зберігання за температури мінус $70 \pm 10^\circ\text{C}$ з метою проведення подальших досліджень.

Результати та їх обговорення

За посіву на МПА візуальна характеристика культурального росту добових колоній відрізнялася трьома відмінностями (**табл. 1**).

На **рисунках 1, 2 та 3** представлені візуалізовані результати культуральних досліджень відібраних ізолятів бактерій роду *Bacillus*. Перший вид колоній з візуально видимими відмінностями у культуральному рості за ознаками відрізнявся гладеньким центром у вигляді кратера і незначно піднятими хвилястими краями. Колонії були матовими, молочно-білого кольору, легко знімалися з агару (**рис. 1**).

Другому виду колоній, за візуального огляду, була притаманна матовість, молочний колір, характерною ознакою був гладенький, трішки піднятий центр з відростками у вигляді фестонів неправильної форми навколо нього. Колонії не вросли в агар і легко знімалися з його поверхні (**рис. 2**).

Третій вид колоній, за візуальною оцінкою культурального росту, відрізнявся білим кольором, шкіроподібною, зморшкуватою поверхнею та легким їх зніманням із поверхні агару (**рис. 3**).

Таблиця 1

Результати морфологічних та бактеріологічних досліджень бактерій роду *Bacillus*, відібраних для ідентифікації виду *Bacillus amyloliquefaciens*; n=7

№ дослідних зразків	Особливості росту колоній на твердому живильному середовищі (МПА)	Характер росту на рідкому живильному середовищі (МІБ)	Морфологія бактерій за пофарбування методом Грама
64, 75, 88, 117	Перший вид колоній з візуально видимою відмінністю у культуральному рості: колонії непрозорі, матові, молочно-білого кольору, з гладеньким центром у вигляді кратера і хвилястими краями, в'язкої консистенції. Мали поверхневий шар шкіроподібний. Колонії легко знімалися з поверхні агару	До 24 год культивування – спостерігається інтенсивне помутніння бульйону. Після 24 год культивування – випадіння осаду та просвітлення бульйону	В полі зору спостерігаються синього (або фіолетового) кольору палички, прямі з заокругленими краями, розміщені поодинокі або короткими ланцюжками. Певна частина клітин мають спори овальної форми, розміщених центрально. Діаметр спор не перевищував розмірів клітини
143, 156	Другий вид колоній з візуально видимою відмінністю у культуральному рості: колонії з шкіроподібним поверхневим шаром, матові, непрозорі, молочно-білого кольору, тягучої консистенції, мали гладенький піднятий центр та вирости у вигляді фестонів. Колонії легко знімалися з поверхні твердого середовища	Культуральні особливості росту аналогічні вищеописаним	Морфологічна характеристика аналогічна вище описаній
167	Третій вид колоній з візуально видимою відмінністю у культуральному рості: колонії непрозорі, матові в'язкі, білого кольору із шкіроподібною зморшкуватою поверхнею. Колонії легко знімалися з поверхні агару	Культуральні особливості росту аналогічні вищеописаним	Морфологічна характеристика аналогічна вище описаній

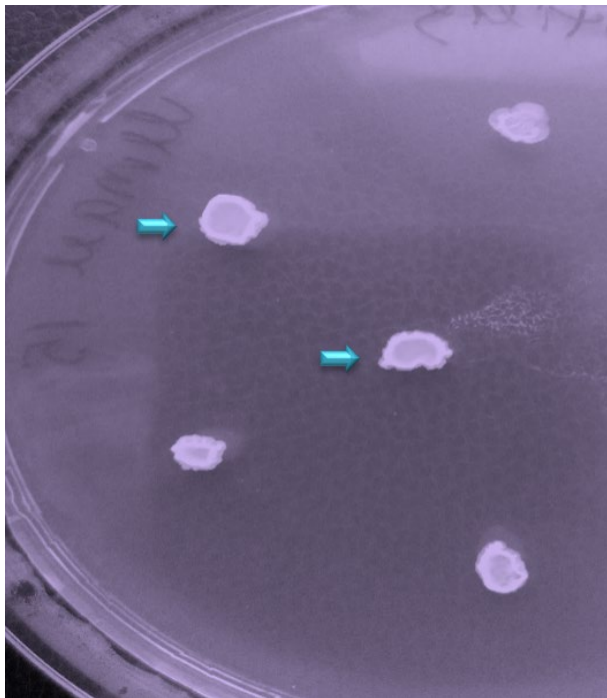


Рис. 1. Різновидність культурального росту бактерій роду *Bacillus* (ізолят інв. №1 43), відібраних для ідентифікації *Bacillus amyloliquefaciens*: стрілками показано колонії молочно-білого кольору, матові, з гладеньким центром і хвилястими краями

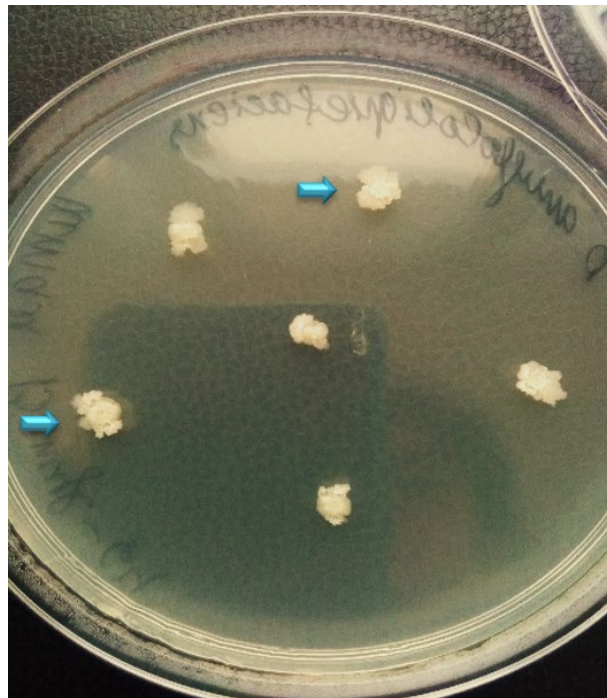


Рис. 2. Різновидність культурального росту колоній роду *Bacillus* (ізолят інв. № 88), відібраних для ідентифікації *Bacillus amyloliquefaciens*: стрілками показано колонії молочно-білого кольору, з гладеньким центром і виростами у вигляді фестонів

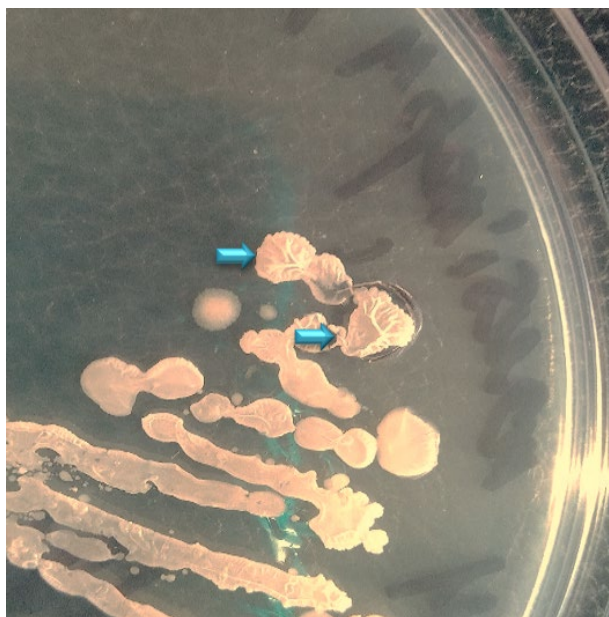


Рис. 3. Різновидність культурального росту колоній роду *Bacillus* (ізолят інв. № 167), відібраних для ідентифікації *Bacillus amyloliquefaciens*: стрілками показано колонії із шкіроподібною, зморшкуватою поверхнею білого кольору

Таблиця 2

Ідентифікація дослідних ізолятів *Bacillus amyloliquefaciens* за основними типовими властивостями та переведення їх у категорію «штам»; n=7

Назва показників метаболічної активності	Результати досліджень метаболічної активності						
	інвентарні номери дослідних ізолятів						
	№75	№88	№64	№117	№143	№156	№167
Ріст за t 50°C	–	–	–	–	–	–	–
Ріст за анаеробних умов	–	–	–	–	–	–	–
Редукція нітратів	–	–	–	–	–	–	–
Ріст на МПА з 10,0% NaCl	–	–	–	–	–	–	–
Розщеплення крохмалю	+	+	+	+	+	+	+
Гідроліз ескуліну	+	+	+	+	+	+	+
Гідроліз казеїну	+	+	+	+	+	+	+
Продукція каталази	+	+	+	+	+	+	+
Виділення індолу	–	–	–	–	–	–	–
Виділення H ₂ S	–	–	–	–	–	–	–
Утилізація сукцинату	+	+	+	+	+	+	+
Утилізація цитрату	–	–	–	–	–	–	–
Утворення оксидази	+	+	+	+	+	+	+
Ферментація вуглеводів:							
глюкози	+	+	+	+	+	+	+
лактози	–	–	–	–	–	–	–
арабінози	–	–	–	–	–	–	–
маніту	+	+	+	+	+	+	+
рафінози	–	–	–	–	–	–	–
ксилоза	+	+	+	+	+	+	+
целобіози	–	–	–	–	–	–	–
фруктози	+	+	+	+	+	+	+
галактози	–	–	–	–	–	–	–
саліцину	–	–	–	–	–	–	–
Підтвердження основних типових властивостей дослідних ізолятів <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	володіє	володіє	володіє	володіє	володіє	володіє	володіє
Назва дослідних штамів <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (після переведення до категорії «штам»)	Bamyl-64	Bamyl-88	Bamyl-75	Bamyl-117	Bamyl-143	Bamyl-156	Bamyl-167

Примітки: (–) – негативний тест; (+) – позитивний тест.

За результатами морфологічних досліджень препаратів із кожного виділеного ізоляту бацил з усіх трьох різновидностей культурального росту у полі зору спостерігалися поодинокі або розташовані короткими ланцюжками, клітини бацил з центрально розміщеними овальними ендоспорами, які в діаметрі не перевищують діаметр клітин.

Слід відмітити, що незалежно від відмінностей у культуральному рості бацилярних колоній на МПА, результати культивування за їх посіву на МПБ показали інтенсивний ріст бактерій впродовж однієї доби з помутнінням стовпчику бульйону. Після 24 год росту на МПБ, середовище просвітлювалося, на дні випадав об'ємний пухкий осад. Таким чином, виділені культури за морфологією, характером росту на твердому середовищі – МПА та рідкому – МПБ, відповідали ростовим властивостям бацилярних бактерій.

За результатами бактеріологічних досліджень з подальшої ідентифікації виділених бактерій засвідчено їх належність до виду *Bacillus amyloliquefaciens* за показниками метаболічної активності. Результати бактеріологічних досліджень на підтвердження основних типових властивостей дослідних *Bacillus amyloliquefaciens* показані в таблиці 2.

За результатами проведених бактеріологічних випробувань встановлено, що всі дослідні культури *Bacillus amyloliquefaciens* володіли основними типовими властивостями, характерними для цього виду – морфологічними, культуральними, біохімічними, тому переведені в категорію «штам»: Bамyl-64, Bамyl-75, Bамyl-88, Bамyl-117, Bамyl-143, Bамyl-156, Bамyl-167.

Обговорення. Напрямки наших досліджень з відбору бактерій роду *Bacillus* для конструювання біологічних препаратів співпадають зі світовими тенденціями розробки і використання синбіотиків, пробіотиків, пребіотиків у тваринницькій та птахівничій галузях сільськогосподарського виробництва. Наш пошук високоантагоністичних ізолятів *Bacillus amyloliquefaciens* для створення синбіотичних препаратів для перепелів є актуальним, оскільки підтверджується даними пошуків інших науковців, які займалися такою проблематикою [18, 19].

За останні роки в Україні і за її межами використання біологічно активних препаратів на основі бактерій роду *Bacillus* для тварин і птиці зростає, оскільки позитивно впливає на підвищення продуктивності й покращення якості продукції птахівничої галузі, зокрема сировини і продукції перепільництва [20, 21]. Продукуючи біологічно активні речовини, синбіотики стимулюють у мікробіоти кишечника синтез медіаторів, які активують функціонування травних процесів, діяльність печінки, кровоносної системи, позитивно впливаючи на метаболічні процеси в організмі [15, 18, 20].

Одержані науковцями і нами дані підтверджують високу біологічну активність препаратів, створених на основі спороутворюючих мікроорганізмів роду *Bacillus*, в т. ч. і *Bacillus amyloliquefaciens* та інших видів бактерій, *in vitro* проти грамнегативних і грампозитивних тестових культур. Така антагоністична активність вегетативних форм бактерій *Bacillus amyloliquefaciens* пов'язана з синтезом ними антибіотичних речовин та гідролітичних ферментів [22–24]

Автори доводять, що ріст *Bacillus amyloliquefaciens* на твердих поживних середовищах покращується за додавання цукрів: фруктози, глюкози, цукрози та амінокислот і вітамінів. Більше того, при цьому фаза найактивнішого росту культури *Bacillus amyloliquefaciens* починалася уже від 18 по 24 годину [25].

Вчені звертають увагу на важливість правильної ідентифікації ізолятів бактерій *Bacillus*, за культуральними, біохімічними і іншими властивостями, для того, щоб отримати якісний біологічно активний препарат [26].

Тому, завдячуючи аналізу результатів наших досліджень та обговоренню даних інших авторів, що займалися питаннями підбору синбіотичних штамів непатогенних спор утворюючих бацилярних бактерій для конструювання біологічно-активних препаратів, всі одержані нами дослідні штам *Bacillus amyloliquefaciens* мали типові морфологічні, культуральні та біохімічні властивості, що дозволило перевести їх у статус «штамів» із можливістю використання їх надалі для створення нового синбіотику.

Висновки

1. Виділено, за результатами морфологічних і бактеріологічних методів досліджень 123 (73,7 %) ізоляти *Bacillus* spp. із 167 досліджених зразків біологічного матеріалу (лігатурованих відрізків кишечника) від перепелів.

2. За аналізом результатів морфологічних, культуральних, біохімічних випробувань ідентифіковано 7 (4,2 %) культур *Bacillus amyloliquefaciens* штамів: Bамyl-64, Bамyl-75, Bамyl-88, Bамyl-117, Bамyl-143, Bамyl-156, Bамyl-167.

3. Означені штам *Bacillus amyloliquefaciens* кріогенізовані, зберігаються за температури – 70±10 °C для подальших досліджень.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні рівнів антагоністичної активності *in vitro* до грампозитивних і грамнегативних індикаторних тестових культур та вивчення чутливості дослідних штамів *Bacillus amyloliquefaciens* до антибіотичних препаратів з відбором перспективних штамів для створення синбіотичного препарату.

Фінансування

Дослідження виконано за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України в рамках науково-прикладного проекту “Наукове обґрунтування превентивних та профілактичних заходів у продуктивних тварин за умов техногенного навантаження в контексті забезпечення продовольчої безпеки держави” (номер державної реєстрації 0124U001085).

Конфлікт інтересів

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

References

1. Chechet, O. M., Kovalenko, V. L., Horbatiuk, O. I., Kuryata, N. V., Buchkovska, G. A., Musiets, I. V., Shalimova, L. V., Ordynska, D. O., Balanchuk, L. V., Shchur, N. V., & Shchur, N. V. (2023). On sensitivity to antibacterial preparations of strains of *Bacillus* spp. with a high level of antagonistic activity for the production of probiotics. *The Animal Biology*, 25 (2), 23–32. <https://doi.org/10.15407/animbiol25.02.023>
2. Su, G. L., Ko, C. W., Bercik, P., Falck-Ytter, Y., Sultan, S., Weizman, A. V., & Morgan, R. L. (2020). AGA clinical practice guidelines on the role of probiotics in the management of gastrointestinal disorders. *Gastroenterology*, 159 (2), 697–705. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.05.059>
3. Swanson, K. S., Gibson, G. R., Hutkins, R., Reimer, R. A., Reid, G., Verbeke, K., Scott, K. P., Holscher, H. D., Azad, M. B., Delzenne, N. M., & Sanders, M. E. (2020). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 17 (11), 687–701. <https://doi.org/10.1038/s41575-020-0344-2>
4. Guamer, F., Sanders, M. E., Szajewska, H., Cohen, H., Eliakim, R., Herrera-deGuise, C., Karakan, T., Merenstein, D., Piscocoy, A., Ramakrishna, B., Salminen, S., & Melberg, J. (2024). World gastroenterology organisation global guidelines: probiotics and prebiotics. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 58 (6), 533–553. <https://doi.org/10.1097/mcg.0000000000002002>

5. Odriozola, A., González, A., Odriozola, I., Álvarez-Herms, J., & Corbi, F. (2024). Microbiome-based precision nutrition: Prebiotics, probiotics and postbiotics. *Advances in Host Genetics and Microbiome in Lifestyle-Related Phenotypes*, 111, 237–310. <https://doi.org/10.1016/bs.adgen.2024.04.001>
6. Vinderola, G., Sanders, M. E., & Salminen, S. (2022). The concept of postbiotics. *Foods*, 11 (8), 1077. <https://doi.org/10.3390/foods11081077>
7. Li, H.-Y., Zhou, D.-D., Gan, R.-Y., Huang, S.-Y., Zhao, C.-N., Shang, A., Xu, X.-Y., & Li, H.-B. (2021). Effects and mechanisms of probiotics, prebiotics, synbiotics, and postbiotics on metabolic diseases targeting gut microbiota: A narrative review. *Nutrients*, 13 (9), 3211. <https://doi.org/10.3390/nu13093211>
8. Koretchuk, S., Hunchak, A., & Stefanyshyn, O. (2021). Indicators of the cellular immunity of Japanese quails under the influence of the feed additive "Gumilid" and the synbiotic "Bilaksan". *Innovations in poultry: Materials of the 1-st International scientific and practical online conference (October 8, 2021)*. (pp. 70–73). Birky. Retrieved from: <http://avianua.com/conference/index.php?f=43>
9. Kumar, S., Mukherjee, R., Gaur, P., Leal, É., Lyu, X., Ahmad, S., Puri, P., Chang, C.-M., Raj, V. S., & Pandey, R. P. (2025). Unveiling roles of beneficial gut bacteria and optimal diets for health. *Frontiers in Microbiology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1527755>
10. Smolinska, S., Popescu, F.-D., & Zemelka-Wiacek, M. (2025). A Review of the influence of prebiotics, probiotics, synbiotics, and postbiotics on the human gut microbiome and intestinal integrity. *Journal of Clinical Medicine*, 14 (11), 3673. <https://doi.org/10.3390/jcm14113673>
11. Woldemariam, Y. K., Wan, Z., Yu, Q., Li, H., Wei, X., Liu, Y., Wang, J., & Sun, B. (2020). Prebiotic, probiotic, antimicrobial, and functional food applications of *Bacillus amyloliquefaciens*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68 (50), 14709–14727. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c06396>
12. Milian, V. O., Kharkhota, M. A., & Nechipurenko, O. O. (2014). Study of the probiotic properties of *Bacillus* sp. 1.1. and *B. amyloliquefaciens* UKM B-5113 strains. *ScienceRise*, 5 (5(1)), 15–22. <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2014.32023>
13. Matseliukh, E. V. (2015). *Bacillus amyloliquefaciens* SUBSP. plantarum probiotic strains as protease producers. *Biotechnologia Acta*, 8 (2), 84–90. <https://doi.org/10.15407/biotech8.02.084>
14. Lim, P. S., Loke, C. F., Ho, Y. W., & Tan, H. Y. (2020). Cholesterol homeostasis associated with probiotic supplementation *in vivo*. *Journal of Applied Microbiology*, 129 (5), 1374–1388. <https://doi.org/10.1111/jam.14678>
15. Molyanova, G. V., Ermakov, V. V., Stmkina, O. V., & Vinokurova, A. P. (2024). The effect of *Bacillus amyloliquefaciens* on the body of goats. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*, 9 (3), 101–107. <https://doi.org/10.55170/1997-3225-2024-9-3-101-107>
16. Chemerovska, I. O., Rublenko, I. O., Musiets, I. V., & Horbatiuk, O. I. (2024). Distribution of pathogenic and opportunistic microorganisms in raw materials and products of animal origin. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26 (116), 54–63. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11608>
17. Smirnov, V. V., Reznik, S. R., & Sorokulova, I. B. (1983). *Methodological recommendations for the isolation and identification of bacteria of the genus Bacillus from the organisms of humans and animals*. Kyiv: Naukova Dumka.
18. Pasichna, I. O., & Vdovychenko, V. I. (2021). Modern aspects of the use of drugs of microbial origin. *Modern Gastroenterology*, 1. <https://doi.org/10.30978/mg-2021-1-32>
19. Kim, J., & Kong, M. (2025). Isolation and Characterization of a *Bacillus amyloliquefaciens* bacteriophage JBA6 and its endolysin PlyJBA6. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 35. <https://doi.org/10.4014/jmb.2502.02026>
20. Tang, X., Liu, X., & Liu, H. (2021). Effects of dietary probiotic (*Bacillus subtilis*) supplementation on carcass traits, meat quality, amino acid, and fatty acid profile of broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.767802>
21. Sheng, W., Ji, G., & Zhang, L. (2023). Immunomodulatory effects of inulin and its intestinal metabolites. *Frontiers in Immunology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1224092>
22. Fernandes, A. S. T. R., Petrillo, T., Yunis-Aguinaga, J., Fernandes, M. P., Da Silva Claudiano, G., Ruas de Moraes, F., & Engrácia de Moraes, J. R. (2017). Effects of the probiotic *Bacillus amyloliquefaciens* on growth performance, hematology and intestinal morphometry in cage-reared Nile tilapia. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43 (5), 963–971. <https://doi.org/10.3856/vol43-issue5-fulltext-16>
23. Sheina, N. I., Skryabina, E. G., Myalina, L. I., Budanova, E. V., Sazonova, L. P., Kolesnikova, V. V., & Chub, G. G. (2016). Microorganism *Bacillus amyloliquefaciens* OPS-32. *Toxicological Bulletin*, 4 (139), 54–56.
24. Chechet, O. M., Kovalenko, V. L., Horbatiuk, O. I., Gaidei, O. S., Kravtsova, O. L., Andriyashchuk, V. O., Musiets, I. V., & Ordynska, D. O. (2022). Antagonistic properties of a probiotic preparation containing bacteria of the genera *Bacillus* and *Enterococcus*. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13 (4), 362–366. <https://doi.org/10.15421/022247>
25. Nechypurenko, O. O., Kharkhota, M. A., Bordunos, K. S., & Avdieieva, L. V. (2015). Growth and carotenoid formation by *Bacillus amyloliquefaciens* UKM B-5113 and *B. subtilis* 1.1 under submerged cultivation conditions. *Microbiology & Biotechnology*, 2(30), 41–48. [https://doi.org/10.18524/2307-4663.2015.2\(30\).48073](https://doi.org/10.18524/2307-4663.2015.2(30).48073)
26. Zavišić, G., Ristić, S., Petković, B., Živkov-Šaponja, D., Jojić, N., & Janković, D. (2023). *Microbiological quality of probiotic products*. *Arhiv Za Farmaciju*, 73 (1), 17–34. <https://doi.org/10.5937/arhfarm73-42160>

ORCID

H. Buchkovska 	https://orcid.org/0009-0007-4449-614X
O. Vishchur 	https://orcid.org/0000-0003-4503-3896
V. Melnychuk 	https://orcid.org/0000-0003-1927-1065
O. Chechet 	https://orcid.org/0000-0001-5099-5577
O. Gorbatiuk 	https://orcid.org/0000-0002-0573-2089
I. Rublenko 	https://orcid.org/0000-0002-1401-0969
O. Pishchanskyi 	https://orcid.org/0009-0002-0111-4977
L. Balanchuk 	https://orcid.org/0000-0003-0989-5886
O. Zhovniir 	https://orcid.org/0000-0003-1677-2120



2025 by the author(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.

Comparative effectiveness of treatment methods for dogs suffering from pyoderma

B. Kyrychko | N. Dmytrenko | K. Shepel | T. Panasova

Article info

Correspondence Author

B. Kyrychko

E-mail:

kaf.chir@ukr.netPoltava State Agrarian University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine**Citation:** Kyrychko, B., Dmytrenko, N., Shepel, K., & Panasova, T. (2025). Comparative effectiveness of treatment methods for dogs suffering from pyoderma. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 217–221. doi: 10.31210/spi2025.28.03.33

The aim of this study was to evaluate and compare the clinical efficacy of different treatment regimens for pyoderma in dogs, namely, to analyze mono- and combined therapy. The study involved 36 dogs of various breeds, aged from one to ten years, with the confirmed diagnosis of pyoderma. During the experiment, the animals were divided into three groups: the first group received local treatment with “Sanoderm” preparation, the second group received local therapy with 4 % chlorhexidine shampoo, and the third group received combined treatment, which combined “Sanoderm” preparation and 4 % chlorhexidine shampoo. The clinical monitoring included the analysis of visible pathological changes on the skin, the assessment of itching intensity using the visual analogue scale (VAS), tracking of healing time and recurrence rates for 60 days after completion of therapy. It was found that the most effective therapy in terms of clinical recovery (91.7 %), treatment duration (16.8±1.7 days), and recurrence rate (8.3 %) was observed in the group that received combined therapy. The combined therapy significantly exceeded the results of monotherapy. In the group where “Sanoderm” preparation was used, the clinical recovery level made 69.2 %, the average treatment duration was 22.6±1.8 days, and the recurrence rate was 30.8%. In the group of animals treated locally with 4 % chlorhexidine shampoo, the clinical recovery rate made 54.5 %, the average treatment duration was 25.1±2.2 days, and the recurrence rate was 27.3 %. We assessed the itching of animals on the first day of treatment: the results of the first group of animals (VAS<8.6), the second group (VAS<8), and the third group (VAS<8.3) indicate the presence of itching and discomfort in animals. On the fourteenth day of treatment, the assessment of the first group (VAS<2.9), the second (VAS<4.2), and the third (VAS<1.6) showed that positive dynamics was observed in the group of animals using the combined treatment. For a more comprehensive assessment of the results, we used the following evaluation criteria: quantitative assessment of skin lesions, determining the clinical healing duration, and recording the frequency of relapses, which allowed us to increase the reliability of the therapeutic dynamics assessment. The best treatment results were in the third group, i.e., after the use of complex therapy. The results of the study can be used in clinical practice to improve treatment protocols and can be used for a more optimal selection of therapy for this pathology.

Keywords: dogs, skin diseases, pyoderma, treatment, sanoderm, chlorhexidine.

Порівняльна ефективність методів лікування собак, хворих на піодермію

Б. П. Киричко | Н. І. Дмитренко | К. Ю. Шепель | Т. Г. Панасова

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Метою даної роботи була оцінка і порівняння клінічної ефективності різних схем лікування піодермії у собак, а саме аналіз моно- та комбінованої терапії. У досліді використовували 36 собак різних порід, віком від одного до десяти років, з підтвердженим діагнозом піодермії. В ході експерименту хворих на піодермію тварин розділили на три групи: перша – лікування проводилось місцево, препаратом «Санодерм», друга – місцева терапія 4 % хлоргексидиновим шампунем, третя – комбіноване лікування, яке поєднує препарат «Санодерм» та 4 % хлоргексидиновий шампунь. Клінічний моніторинг передбачав аналіз видимих патологічних змін на шкірі, оцінку інтенсивності свербіжів за візуальною аналоговою шкалою (VAS), відстеження термінів загоєння та частоту рецидивів протягом 60 днів після завершення терапії. Нами було виявлено, що найефективніша терапія за результатами клінічного видужування (91,7 %), терміну лікування (16,8±1,7 днів) та частоти рецидивів (8,3 %) була зафіксована у групі, де була застосована комбінована терапія. Комбінована терапія значно перевищувала показники монотерапії. У групі, де використовували препарат «Санодерм» рівень клінічного видужування становив (69,2 %), середній термін лікування (22,6±1,8 днів), а частота рецидивів (30,8 %). Група тварин, для лікування якої використовували місцеву терапію 4 % хлоргексидиновим шампунем рівень клінічного видужування становив (54,5 %), середній термін лікування (25,1±2,2 днів), частота рецидивів (27,3 %) відповідно. Ми оцінили свербіж тварин у перший день лікування: результати першої групи тварин (VAS<8.6), другої групи (VAS<8) та третьої групи (VAS<8.3) що свідчить про наявність свербіжів та дискомфорту у тварин. На чотирнадцяту добу лікування оцінка першої (VAS<2.9), другої (VAS<4.2) та третьої (VAS<1.6) групи, що свідчить про позитивну динаміку в групі тварин з використанням комбінованого лікування. Для більш комплексної оцінки результатів ми використовували такі критерії оцінки: кількісна оцінка уражень шкіри, визначення терміну клінічного загоєння та реєстрація частоти рецидивів, що дозволило підвищити достовірність оцінки терапевтичної динаміки. Найкращі результати лікування були у третій групі, тобто використання комплексної терапії. Результати дослідження можуть використовуватися у клінічній практиці для вдосконалення протоколів лікування, та можуть бути використані для більш оптимального підбору терапії при цій патології.

Ключові слова: собаки, хвороби шкіри, піодермія, лікування, санодерм, хлоргексидин.**Бібліографічний опис для цитування:** Киричко Б.П., Дмитренко Н. І., Шепель К. Ю., Панасова Т. Г. Порівняльна ефективність методів лікування собак, хворих на піодермію. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 217–221.

Вступ

Піодермія – поширена дерматологічна патологія у собак, якій притаманні рецидиви, що ускладнюються зростанням антимікробної резистентності. Враховуючи значний відсоток звернень з цієї патологією, важливим на сьогодні залишається питання визначення пошуку сучасних препаратів для лікування та визначення їх ефективності. Згідно останніми дослідженнями, наслідком розвитку піодермії є ослаблення імунітету та бар'єрних функцій шкіри [1–4]. *Staphylococcus pseudintermedius* ізольований більш ніж у 90 % випадків поверхневої піодермії та близько 60 % випадків глибокої піодермії [5]. Станом на сьогодні ця дерматологічна патологія є актуальною проблемою, яка вимагає комплексного лікування.

Міжнародне товариство інфекційних захворювань зазначає: антибіотикорезистентність до препаратів зростає, стійкість бактерій стає вищою, тому з кожним випадком складніше підібрати ефективне лікування [3, 19, 21]. Наразі системно антибіотики рекомендовано застосовувати лише у тих випадках, коли місцева терапія не дає очікуваного результату. В протилежному випадку, безконтрольне застосування антибіотиків буде призводити до пригнічення мікрофлори шкіри та сприятиме формуванню стійких до антибіотиків штамів бактерій [6–9].

В контексті даної проблематики сучасні автори особливу увагу приділяють препарату – Хлоргексидину [10, 15–16]. Хлоргексидин має антимікробну дію та не чинить системного впливу на організм. Препарат місцевої дії проникає через внутрішню мембрану бактерій та осідає на цитоплазматичній мембрані, внаслідок чого припиняється споживання кисню, що призводить до загибелі бактерій. Чим більша концентрація хлоргексидину, тим швидша його бактерицидна активність.

В доступній науковій літературі виявлені повідомлення щодо використання бетаметазону дипропіонату в якості місцевої терапії, механізм дії якого знижує рН шкіри, що призводить до її бактеріостатичної та бактерицидної дії [11]. Ця речовина міститься в складі крему «Санодерм» в комбінації з гентаміцином і клотримазолом.

Наразі, у сучасній ветеринарній практиці для лікування та профілактики піодермії застосовується велике різноманіття місцевих і системних протимікробних засобів [12, 15]. При використанні тільки одного препарату лікування часто виявляється неефективним при хронічному або ускладненому перебігу. Ефективна терапія передбачає поєднання місцевих антисептиків та протизапальних компонентів [13, 16–18, 22].

Мета дослідження

Мета дослідження полягала у визначенні лікувальної ефективності різних схем за наявності піодермії в собак. Завдання досліджень: експериментальним шляхом визначити лікувальну ефективність

комбінованої терапії проти піодермії собак, оцінити рівень ефективності поєднання препаратів.

Матеріали і методи

Дослідження проводили у навчально-науково-виробничій клініці ветеринарної медицини Полтавського державного аграрного університету упродовж 2024–2025 років. Об'єктом для дослідження слугували 36 собак, різних порід, віком від одного до десяти років, з клінічними ознаками піодермії.

Тваринам, які надходили до клініки, проводили клінічний огляд, під час якого збирали анамнез та проводили реєстрацію. Зі слів власників, тварини вели себе занепокоєно, постійно розчухували та облизували (залежно від ділянки) частини тіла, де локалізувалася піодермія. Наступним кроком було дослідження тварини та проведення загального огляду. Визначали такі показники: температуру, частоту серцевих скорочень та частоту дихання. Підтвердження діагнозу виконували за допомогою цитологічного дослідження. З уражених ділянок тіла з допомогою предметного скла отримували мазок-відбиток, який в подальшому забарвлювали за методом Романовського-Гімзи. Наступним етапом було проведення мікроскопії. Якщо у тварини фіксували рецидиви піодермії, то проводили додаткові обстеження на наявність супутніх патологій.

Для досліду було сформовано три експериментальні групи собак із клінічно підтвердженою піодермією. Власникам тварин було детально розписане лікування, в залежності від групи, надані вказівки щодо способу використання та дозування препаратів.

Перша група собак (n = 13) отримувала місцеве лікування препаратом «Санодерм». Собакам цієї групи попередньо вистригли шерсть в ділянці локалізації піодермії. Крем тваринам наносили тонким шаром, два рази на добу (зранку та ввечері). Курс лікування тривав від 2-х до 4-х тижнів.

Друга група собак (n = 11) отримувала терапію шляхом місцевого застосування 4 % хлоргексидинового шампуню. Власникам собак цієї групи потрібно було купати тварин на початку терапії – кожні 3 дні, після консультації при появі покращень – з інтервалом у 5 днів, упродовж 3–4 тижнів. Попередньо тваринам змочували шерсть теплою водою, потім з розрахунку 1 мл на 1 кг маси шампуню, втирали масажними рухами до появи піни. Витримували шампунь 10 хвилин, після чого змивали і сушили тварину.

Тварини третьої групи собак (n = 12) отримували комбіновану терапію, шляхом одночасного застосування препарату «Санодерм» та антисептичного шампуню з 4 % хлоргексидином. З інтервалом у 3 дні тваринам мили шерсть, витримуючи 4 % хлоргексидиновий шампунь 10 хвилин, потім сушили. Зранку та ввечері наносили тонким шаром мазь «Санодерм».

Розподіл груп дозволив об'єктивно оцінити ефективність кожної лікувальної схеми окремо та в комбінації.

Результати та їх обговорення

Клінічну ефективність оцінювали за шкалою зменшення кількості уражень, ступеня свербіж (за шкалою VAS), часу до повного загоєння та частоти рецидивів упродовж 60 днів після завершення лікування. Ступень свербіж визначено за лінійною шкалою VAS, де 0 – відсутність симптомів,

а 10 – найвищий рівень клінічних проявів. Під час спілкування з власниками тварин, від початку до завершення лікування (1-й, 7-й та 14-й день лікування) ми ставили такі запитання: як сильно тварина себе чухає, чи змінюється через це поведінка тварини (загальний стан, активність, апетит), наскільки зменшився свербіж після початку терапії (рис. 1).

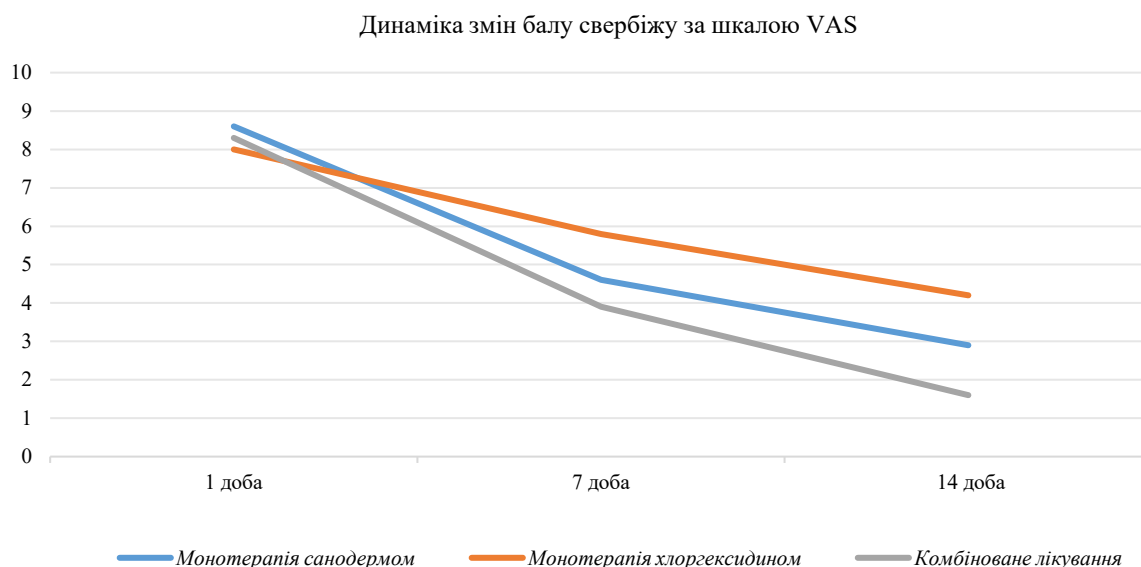


Рис. 1. Оцінка свербіж у хворих тварин за допомогою шкали VAS

До початку терапії середній показник в експериментальних групах становив: перша (VAS<8.6), друга група (VAS<8) та третя група (VAS<8.3) що свідчить про наявність свербіж та дискомфорту у тварин. Моніторинг на сьому добу лікування показав: перша група (VAS<4.6), друга група (VAS<5.8) та третя

група (VAS<3.9). На чотирнадцяту добу лікування оцінка першої групи (VAS<2.9), другої (VAS<4.2) та третьої (VAS<1.6), що свідчить про покращення стану та зменшенню свербіж у всіх дослідних групах.

Результати клінічної ефективності методів лікування піодермії у собак наведені в **таблиці 1**.

Таблиця 1

Порівняння клінічної ефективності різних методів лікування піодермії у собак

Показники	Санодерм, n = 13	Хлоргексидин 4 %, n = 11	Комбіноване лікування, n = 12
Повне клінічне одужання, гол.	9 (69,2 %)	6 (54,5 %)	11 (91,7 %)
Середня тривалість лікування, діб	22,6±1,8*	25,1±2,2**	16,8±1,7
Частота рецидивів упродовж 60 діб, гол.	4 (30,8 %)	3 (27,3 %)	1 (8,3 %)
Ускладнення (свербіж, подразнення тощо), гол.	2 (15,4 %)	1 (9,1 %)	0 (0 %)
Зниження балу VAS (день 1 → день 14)	8,1 → 2,9	8,0 → 4,2	8,3 → 1,6

Примітки: *p<0,05, **p<0,01 порівняно з комбінованим лікуванням.

Аналіз отриманих в ході лікування даних свідчить про істотну різницю в клінічній ефективності трьох досліджуваних методів лікування піодермії у собак. У групі комбінованої терапії повне клінічне одужання спостерігали у 91,7 % тварин, що достовірно (p<0,05) вище порівняно з групами, де застосовували лише мазь «Санодерм» (69,2 %) або лише шампунь із 4 % хлоргексидином (54,5 %, p<0,01).

У клінічному плані, у більшості собак, яким призначали лише «Санодерм», спостерігали поступове зменшення кількості пустул, обмеження ділянок еритеми, однак залишкові вогнища вторинної пігментації та посилене лущення шкіри зберігалися до 3–4 тижнів. У кількох випадках фіксували зони

постійного лизання, локальні алопеції та повторну появу уражень через 3–4 тижні після припинення лікування.

У групі тварин, які отримували лише хлоргексидиновий шампунь, клінічні ознаки згасали повільніше. Упродовж перших 7–10 діб свербіж залишався інтенсивним, переважала виражена еритема з вологим ексудатом. У частини тварин спостерігали появу нових пустул у межах попередніх уражень, що свідчить про недостатній контроль бактеріальної флори.

Натомість у тварин з комбінованої групи вже на 5–7-й день від початку лікування відзначалося суттєве зменшення свербіж, регресія пустул, відновлення

волосяного покриву та нормалізація поведінки. У деяких собак відзначався повний дерматологічний клінічний ефект до 14-го дня без ознак рецидиву упродовж усього періоду спостереження.

Тривалість лікування за комбінованого підходу становила $16,8 \pm 1,7$ діб, що майже на шість діб менше, ніж у групі собак, яким застосовували «Санодерм» ($22,6 \pm 1,8$ діб, $p < 0,05$) і на вісім діб менше, ніж за місцевого використання хлоргексидинового шампуню ($25,1 \pm 2,2$ діб, $p < 0,01$). Частота рецидивів упродовж 60 днів після завершення лікування була найнижчою – 8,3 % випадків.

Отримані результати підтверджують, що комбінована терапія не лише пришвидшує регрес клінічних проявів піодермії, а й знижує ризик повторного інфікування. Такий підхід є найбільш відповідним для пацієнтів із глибокими або рецидивуючими формами хвороби, що узгоджується з даними сучасних досліджень [14–15, 19–20].

Висновки

Результати дослідження підтверджують, що комбінована терапія, яка включає застосування препарату «Санодерм» разом обробкою шкіри 4 % хлоргексидиновим шампунем, є ефективною схемою лікування піодермії у собак. Такий підхід дозволив значно скоротити тривалість лікування, знизити частоту рецидивів та забезпечити повне клінічне видужування переважної більшості тварин. Новизна дослідження полягає в поєднанні сучасних методів лікування з кількісною оцінкою динаміки свербіжів за шкалою VAS, що дозволило об'єктивізувати результати лікування. Крім того, встановлено, що застосування лише окремих лікувальних засобів поступається за ефективністю комбінованому підходу. Практичне значення роботи полягає в розробці клінічно обґрунтованої схеми лікування, яка може бути рекомендована до впровадження у ветеринарну дерматологічну практику для підвищення якості лікування собак, хворих на піодермію.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленому вивченні ефективності комбінованої терапії залежно від форми піодермії, віку, породи та супутніх патологій у собак. Доцільним є також оцінювання імунологічних показників під час лікування та вивчення ролі мікробіому шкіри у розвитку рецидивів. Перспективним напрямом є пошук нових антимікробних засобів місцевої дії з пролонгованим ефектом і низьким ризиком розвитку резистентності.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Lynch, S. A., & Helbig, K. J. (2021). The complex diseases of *Staphylococcus pseudintermedius* in canines: Where to next? *Veterinary Sciences*, 8 (1), 11. <https://doi.org/10.3390/vetsci8010011>
2. Santoro, D. (2023). Topical therapy for canine pyoderma: what is new? *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 261 (S1), S140–S148. <https://doi.org/10.2460/javma.23.01.0001>
3. Loeffler, A., Cain, C. L., Ferrer, L., Nishifuji, K., Varjonen, K., Papich, M. G., Guardabassi, L., Frosini, S. M., Barker, E. N., & Weese, J. S. (2025). Antimicrobial use guidelines for canine pyoderma by the International Society for Companion Animal Infectious Diseases (ISCAID). *Veterinary Dermatology*, 36 (3), 234–282. <https://doi.org/10.1111/vde.13342>
4. Summers, J. F., Hendricks, A., & Brodbelt, D. C. (2014). Prescribing practices of primary-care veterinary practitioners in dogs diagnosed with bacterial pyoderma. *BMC Veterinary Research*, 10 (1). <https://doi.org/10.1186/s12917-014-0240-5>
5. Seckerdieck, F., & Mueller, R. S. (2018). Recurrent pyoderma and its underlying primary diseases: a retrospective evaluation of 157 dogs. *Veterinary Record*, 182 (15), 434–434. <https://doi.org/10.1136/vr.104420>
6. Hillier, A., & Griffin, C. E. (2001). The ACVD task force on canine atopic dermatitis (I): incidence and prevalence. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 81 (3–4), 147–151. [https://doi.org/10.1016/s0165-2427\(01\)00296-3](https://doi.org/10.1016/s0165-2427(01)00296-3)
7. Loeffler, A., & Lloyd, D. H. (2018). What has changed in canine pyoderma? A narrative review. *The Veterinary Journal*, 235, 73–82. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.04.002>
8. Beco, L., Guaguère, E., Méndez, C. L., Noli, C., Nuttall, T., & Vroom, M. (2013). Suggested guidelines for using systemic antimicrobials in bacterial skin infections: part 1-diagnosis based on clinical presentation, cytology and culture. *Veterinary Record*, 172 (3), 72–72. <https://doi.org/10.1136/vr.101069>
9. Beco, L., Guaguère, E., Méndez, C. L., Noli, C., Nuttall, T., & Vroom, M. (2013). Suggested guidelines for using systemic antimicrobials in bacterial skin infections: part 2 – antimicrobial choice, treatment regimens and compliance. *Veterinary Record*, 172 (6), 156–160. <https://doi.org/10.1136/vr.101070>
10. Bond, R., & Loeffler, A. (2012). What's happened to *Staphylococcus intermedius*? Taxonomic revision and emergence of multi-drug resistance. *Journal of Small Animal Practice*, 53 (3), 147–154. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2011.01165.x>
11. Santoro, D. (2023). Topical therapy for canine pyoderma: what is new? *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 261 (S1), S140–S148. <https://doi.org/10.2460/javma.23.01.0001>
12. Cain, C. L. (2013). Antimicrobial resistance in staphylococci in small animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 43 (1), 19–40. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2012.09.003>
13. Weese, J. S., & van Duijkeren, E. (2010). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus pseudintermedius* in veterinary medicine. *Veterinary Microbiology*, 140 (3–4), 418–429. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.01.039>
14. Papich, M. G. (2013). Antibiotic treatment of resistant infections in small animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 43 (5), 1091–1107. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.04.006>
15. Bemis, D. A., Jones, R. D., Frank, L. A., & Kania, S. A. (2009). Evaluation of susceptibility test breakpoints used to predict mecA-mediated resistance in *Staphylococcus pseudintermedius* isolated from dogs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 21 (1), 53–58. <https://doi.org/10.1177/104063870902100108>
16. Hillier, A., Lloyd, D. H., Weese, J. S., Blondeau, J. M., Boothe, D., Breitschwerdt, E., Guardabassi, L., Papich, M. G., Rankin, S., Turnidge, J. D., & Sykes, J. E. (2014). Guidelines for the diagnosis and antimicrobial therapy of canine superficial bacterial folliculitis. *Veterinary Dermatology*, 25 (3), 163. <https://doi.org/10.1111/vde.12118>
17. Borio, S., Colombo, S., La Rosa, G., De Lucia, M., Damborg, P., & Guardabassi, L. (2015). Effectiveness of a combined (4% chlorhexidine digluconate shampoo and solution) protocol in MRS and non-MRS canine superficial pyoderma: a randomized, blinded, antibiotic-controlled study. *Veterinary Dermatology*, 26 (5), 339. <https://doi.org/10.1111/vde.12233>

18. Keskin Yılmaz, N., & Baş, B. (2024). Superficial pyoderma in cats and dogs: A retrospective clinical study. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 71 (2), 207–213. <https://doi.org/10.33988/auvfd.1239626>
19. Banovic, F., Linder, K., & Olivry, T. (2017). Clinical, microscopic and microbial characterization of exfoliative superficial pyoderma-associated epidermal collarettes in dogs. *Advances in Veterinary Dermatology*, 122–132. <https://doi.org/10.1002/9781119278368.ch5.3>
20. Medleau, L., & Hnilica, K. A. (2006). (2010). *Small Animal Dermatology: A Color Atlas and Therapeutic Guide. 2nd Edition*. St. Louis, Mo.: Saunders Elsevier.
21. Štempelová, L., Kubašová, I., Bujňáková, D., Karahutová, L., Gálová, J., Kužma, E., & Strompfová, V. (2022). Antimicrobial activity of organic acids against canine skin bacteria. *Veterinary Research Communications*, 47 (2), 999–1005. <https://doi.org/10.1007/s11259-022-10056-z>
22. Olivry, T., & Mueller, R. S. (2003). Evidence-based veterinary dermatology: a systematic review of the pharmacotherapy of canine atopic dermatitis. *Veterinary Dermatology*, 14 (3), 121–146. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3164.2003.00335.x>

ORCID

B. Kyrchko 	https://orcid.org/0000-0003-1463-5501
N. Dmytrenko 	https://orcid.org/0000-0001-5336-2361
K. Shepel 	https://orcid.org/0009-0005-7574-2732
T. Panasova 	https://orcid.org/0000-0002-4103-7956



2025 by the author(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.

General organizational provisions concerning the set and conduct of forensic veterinary expert examinations in case of animal injuries inflicted with sharp-pointed instruments

V. Kozachok¹ | I. Yatsenko^{1,2}

Article info

Correspondence Author
I. Yatsenko
E-mail:
yatsenko-1971@ukr.net¹ State University of
Biotechnology,
Alchevsky Str., 44, Kharkiv,
61002, Ukraine² National Scientific Center
"Hon. Prof. M. S. Bokarius
Forensic Science Institute",
8-a Zolochivska Str.,
Kharkiv, Ukraine, 61177,
Ukraine**Citation:** Kozachok, V., & Yatsenko, I. (2025). General organizational provisions concerning the set and conduct of forensic veterinary expert examinations in case of animal injuries inflicted with sharp-pointed instruments. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 222–233. doi: 10.31210/spi2025.28.03.34

This paper is structured as follows: grounds and stages for setting forensic veterinary expert examination; the stages of forensic veterinary expert examination (SFVEE) for animal injuries inflicted with sharp-pointed instruments; the subject of the forensic veterinary examination for animal injuries inflicted with sharp-pointed instruments; expert tasks of the forensic veterinary expert examination (hereinafter referred to as FVEE) for animal injuries inflicted with sharp-pointed instruments; the integration of specific veterinary knowledge in the complex forensic expertise on animal injuries inflicted with sharp-pointed instruments; the objects and subjects of FVEE for animals; implementing FVEE principles; the peculiarities in reporting the results of forensic expert examination for animal injuries inflicted with sharp-pointed instruments. It is pointed out that, during the FVEE of an injured live animal injured with sharp-pointed objects or a corpse, it is appropriate to identify four interconnected stages: the preliminary stage, the separate stage, the comparative stage, and the synthesizing stage. It is shown that these stages are distinguished by different expert tasks, algorithms, methods, techniques, and equipment. It is demonstrated that the exact defining the FVEE subject and expert tasks for injuries inflicted with sharp-pointed instruments enabled to develop and formulate typical questions that are at the same time expert tasks, as well as to outline the range of factual data that can be established during the forensic expert examination. Depending on the research questions and the study's purpose, the range of FVEE tasks is divided into three groups: identification, diagnostic, and situational. It is reasoned that the complex forensic veterinary and trace expert examination resolves the issues involving the determination of the type or class of the traumatic instrument. The complex forensic veterinary expert examination, as well as the examination of materials, substances, and products, resolves the issues concerning the detection of metallic traces in wounds and the identification of foreign objects, such as glass or metal. The complex expert examination in forensic veterinary and biological analysis deals with the issues related to identifying plant objects removed from wound channels. It is proven that the objects of the FVEE in case of animal injuries inflicted with sharp-pointed instruments are material and materialized. The subjects are forensic veterinary experts specializing in veterinary investigations (specialty 18.1). Forensic expert activity in this area of expert support for justice is conducted on the basis of the general legal and special principles. It is demonstrated that forensic expert examination results in case of animal injuries inflicted with sharp-pointed instruments are recorded by experts.

Keywords: forensic expert examination, forensic veterinary expert examination, complex forensic expert examinations, criminalistics, animals, injuries, cruelty, sharp-pointed instruments.

Загальні організаційні положення з питань призначення та проведення судово-ветеринарної експертизи за ушкоджень тварин гострими знаряддями

В. В. Козачок¹ | І. В. Яценко^{1,2}¹ Державний
біотехнологічний
університет,
м. Харків, Україна² Національний науковий
центр «Інститут судових
експертиз ім. Засл. проф.
М. С. Бокаріуса»
м. Харків, Україна

Робота структурована за такими пунктами: підстави та стадії призначення судово-ветеринарної експертизи (СВЕ); стадії судово-ветеринарних досліджень (СВД) тварин, травмованих гострими знаряддями; предмет СВЕ за ушкоджень тварин гострими предметами; експертні завдання СВД тварин за ушкоджень гострими предметами; інтеграція спеціальних ветеринарних знань в комплексні судово-експертні дослідження за ушкоджень тварин гострими знаряддями; об'єкти й суб'єкти СВД тварин; застосування принципів СВД; особливості оформлення результатів судової експертизи за ушкоджень тварин гострими знаряддями. Закцентовано увагу на тому, що у процесі СВД живої підекспертної тварини, травмованої гострими предметами, аналогічно як і трупа тварини, доречно виокремлювати чотири взаємопов'язані стадії: попереднє, роздільне, порівняльне дослідження й синтезуючу стадію. Показано, що вони вирізняються різним характером експертних завдань, застосуванням різних алгоритмів і методів та залученням різних технічних прийомів і обладнання на кожній стадії. Продемонстровано, що точне визначення предмета СВД й експертних завдань за ушкоджень гострими знаряддями дозволило розробити й сформулювати типові питання, які одночасно є і експертними завданнями, а також окреслити коло фактичних даних, які можуть бути установлені під час проведення судової експертизи. Арсенал завдань СВД за характером поставлених питань та мети дослідження підрозділяються на три групи: ідентифікаційні, діагностичні та ситуаційні. Аргументовано, що комплексною судовою ветеринарно-трасологічною експертизою розв'язуються питання щодо визначення виду або роду травмуючого знаряддя, комплексною судово-ветеринарною експертизою та експертизою матеріалів речовин та виробів вирішуються питання щодо вставлення металізації ран, а також визначення скляних та металічних сторонніх предметів; комплексною судовою ветеринарно-біологічною експертизою розв'язуються питання щодо визначення рослинних об'єктів, вилучених із ранових каналів. Доведено, що об'єктами СВЕ тварин, травмованих гострими знаряддями є матеріальні й матеріалізовані, а суб'єктами – судветексперти за експертною спеціальністю 18.1 «Ветеринарні дослідження». Судово-експертна діяльність у цій сфері експертного забезпечення правосуддя здійснюється на основі загальноправових та спеціальних принципів. Показано, що результати судової експертизи за ушкоджень тварин гострими знаряддями оформляються висновком експерта.

Ключові слова: судово експертиза, судово-ветеринарна експертиза, комплексні судові експертизи, криміналістика, тварини, травми, жорстоке поводження, гострі знаряддя.**Бібліографічний опис для цитування:** Козачок В. В., Яценко І. В. Загальні організаційні положення з питань призначення та проведення судово-ветеринарної експертизи за ушкоджень тварин гострими знаряддями. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 222–233.

Вступ

Судова експертиза цілком та судово-ветеринарна експертиза (СВЕ) зокрема, є найбільш досконалою та відпрацьованою процесуальною формою застосування спеціальних знань та потужним засобом доказування в судочинстві. Важливість її полягає в тому, що висновок експерта є джерелом доказів у суді, а також засобом забезпечення прав людини [1].

Питанням призначення та проведення судових експертиз приділено належну увагу на шпальтах наукових джерел. Особливо акцентується увага на формуванні новітнього теоретичного підґрунтя судово-експертної діяльності та криміналістики в Україні [2] в умовах глобалізації [3], надзвичайних подій, зокрема й воєнного стану [4, 5].

Оскільки висновок експерта часто є найважливішим джерелом доказів у судочинстві, то зволікання із призначенням і проведенням судової експертизи може призвести до втрати речових доказів, затягування досудового розслідування та безрезультативного закриття провадження [6]. Тож вчені Харківської наукової судово-ветеринарної школи розробляють власну теоретичну базу, методологію та праксеологічну концепцію судово-експертного забезпечення судочинства під час досудового розслідування та судового розгляду проваджень (справ), пов'язаних із правопорушеннями, скоєними проти здоров'я і життя тварин, зокрема, за жорстокого поводження з ними, браконьєрства, неналежного надання ветеринарної допомоги тощо [7].

Водночас постали питання виокремлення й обґрунтування особливостей етапів і стадій підготовки матеріалів уповноваженою(-им) особою (органом) для призначення і проведення СВЕ за різних ушкоджень тварин, зокрема й заподіяних гострими знаряддями, адже саме цей етап має наріжне значення для наступного проведення СВД.

Отже, правильне сприйняття суб'єктом призначення судової експертизи процесуального значення етапів підготовки матеріалів для проведення СВЕ тварин за ушкоджень гострими знаряддями необхідне для чіткого й обґрунтованого виокремлення підстав її призначення й проведення, а також правильної реалізації вимог законодавства до цієї процедури.

Питанням організації призначення та проведення судових експертиз аналізували вчені, включно з авторами цієї праці [8]. Безумовно, їхні здобутки сприяли вирішенню багатьох проблем, хоча окремі питання до нині не привернули належної уваги дослідників. Відтак, Т. В. Лоза [9] виокремила проблеми організації судово-експертної діяльності в Україні та окреслила шляхи їх вирішення; М. Г. Щербаковський [10] обґрунтував обов'язкове призначення судових експертиз у кримінальному провадженні; Е. Б. Сімакова-Єфремян [11], Є. І. Макаренко [12], А. М. Лазебний та І. І. Божук [13] деталізували питання призначення та проведення судової експертизи у кримінальному процесі України; Р. Л. Степанюк і В. В. Іонова [14] обмірковували призначення судової молекулярно-генетичної експертизи на стадії досудового

розслідування; Ю. Овчинникова із співав. [15] розробили організаційні, кримінальні, процесуальні та криміналістичні аспекти захисту тварин від жорстокого поводження, і особливо виокремили такий засіб як СВЕ; М. Г. Полішук [16] студював судову експертизу як форму застосування спеціальних знань у цивільному процесі; О. В. Гладіліна [17] розглядала судово-медичну експертизу під час розслідування умисних убивств, а також питання взаємодії органів досудового розслідування з державними спеціалізованими судово-медичними установами; Ю. Чорноус та Т. Синовська [18] розробили криміналістичну методику розслідування жорстокого поводження з тваринами; С. Є. Гаркуша із співав. [19] свої наукові розвідки присвятили дослідженню особливостей проведення СВЕ загибелі собак та котів від гіпертермії; В. Лемішевський, М. Жила [20] сформулювали алгоритм проведення СВЕ трупа собаки за вогнепальних дробових поранень; Я. Сердюков із співав. запропонували спосіб визначення часу смерті котів за гістологічними змінами в деяких органах [21]; М. В. Скрипка із співав. [22] аналізували судово-експертні елементи складної травми хребта і спинного мозку; Р. Г. Казанцев [23] розробив концептуальні засади СВЕ трупів тварин за їх різних станів та залежно від категорії, роду і виду смерті; Г. І. Коцюмбас із співав. [24] та В. С. Булавина із співав. [25] описали патоморфологічну характеристику та розкрили особливості діагностики отруєння собак ізоніазидом; Зон Г. А., Івановська Л. Б. [26] аналізували специфіку призначення СВЕ в промисловому птахівництві.

Проте відсутність деталізації й аргументації загальних організаційних і методичних положень призначення й проведення СВЕ тварин за ушкоджень їх гострими знаряддями може призвести до помилок обраних алгоритмів проведення СВЕ, необґрунтованої відмови від її проведення; підміни судової експертизи іншими процесуальними діями; постановки на вирішення експертизи питань, що виходять за межі компетенції судового експерта. Тож розробка загальних організаційних положень з питань призначення та проведення СВЕ за ушкоджень тварин гострими знаряддями є актуальною, має теоретичне й практичне значення як в юриспруденції, так і в судово-ветеринарній експертизі.

Мета дослідження

Мета роботи – розробити загальні організаційні положення щодо призначення та проведення СВЕ тварин за ушкоджень гострими знаряддями та розкрити її значення для досудового розслідування й судового розгляду справ щодо правопорушень, скоєних проти життя і здоров'я тварин.

Матеріали і методи

Роботу виконували в умовах Національного наукового центру «Інститут судових експертиз ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса» Міністерства юстиції України (м. Харків).

Для досягнення мети роботи під час дослідження використано комплекс взаємопов'язаних загально-наукових, окремих і спеціальних наукових методів, поміж такі: аналіз, синтез, аналогія – для з'ясування категоріального апарату та значення етапів призначення й проведення СВЕ; формально-логічний – для впорядкування алгоритму призначення та проведення СВЕ; системно-структурний – сприяв структуруванню алгоритму призначення і проведення СВЕ; ідеалізація – з метою уявного конструювання етапів і стадій призначення та проведення СВЕ за ушкоджень тварин гострими знаряддями; прогнозування – для можливості передбачення майбутньої структури етапів і стадій призначення та проведення СВЕ; конкретизація – з метою відтворення об'єктивної конкретності етапів і стадій призначення та проведення СВЕ тварин за ушкоджень гострими знаряддями в цілісній системі теоретичного знання;

моделювання – уможливив прогнозування, конструювання й вдосконалення алгоритму призначення й проведення СВЕ; спеціальні – функції яких виконують методи СВД живих тварин і трупів тварин; статистичний – є необхідним для обміркування проблеми на основі проведених анкетувань респондентів з питань, що стосуються узагальнення практики призначення СВЕ.

Результати та їх обговорення

1. Предмет судово-ветеринарної експертизи за ушкоджень тварин гострими знаряддями

Украї важливе значення в судово-експертній діяльності має чітке окреслення предмета СВЕ і, зокрема, за ушкоджень гострими предметами (рис. 1).



Рис. 1. Фактичні дані та обставини, що становлять предмет СВЕ за ушкоджень гострими предметами

Відтак, предметом судово-ветеринарного дослідження (СВД) тварини за ушкоджень гострими знаряддями є сукупність фактичних даних та обставин провадження (кримінального або адміністративного), або справи (цивільної або господарської), пов'язаних із визначенням характеру та локалізації ушкодження, механізму його утворення, давності, прижиттєвості або посмертності заподіяння, ступеня тяжкості тілесного ушкодження, каліцтва, причинно-наслідкового зв'язку шляхом проведення всебічного СВД тварини для розв'язання ідентифікаційних, діагностичних та ситуаційних завдань СВЕ.

Продемонстровано, що точне визначення предмета СВД за ушкоджень гострими знаряддями дозволило:

- розробити і сформулювати типові питання, які одночасно є і експертними завданнями, що виносяться на розв'язання судовому експерту та запропонувати внесення їх до Науково-методичних

рекомендацій з питань підготовки і призначення судових експертиз та експертних досліджень [35];

- визначити природу спеціальних знань судового експерта, яка впливає із експертних завдань та предмета судової експертизи;

- проводити СВД лише тих об'єктів, які є носіями інформації у межах експертних завдань та предмета судової експертизи;

- окреслити коло фактичних даних, які можуть бути установлені під час проведення комплексної судової експертизи, шляхом інтеграції спеціальних знань, зокрема, з ветеринарної медицини, біологічної й трасології, матеріалознавства тощо;

- доєднати рекомендації про призначення СВЕ до змісту методик розслідування окремих видів правопорушень щодо тварин, зокрема, жорстоке поводження з тваринами, незаконне полювання тощо;

- розробити експертну методику СВД тварин за ушкоджень гострими знаряддями з метою розв'язання типових експертних завдань;

- організувати ефективне проведення СВД живих тварин і трупів тварин з ушкодженнями гострими знаряддями у спеціалізованих експертних установах;
- визначити перспективні напрями науково-дослідної роботи у сфері СВЕ тварин з ушкодженнями гострими знаряддями.

2. Експертні завдання СВД тварин за ушкодження гострими знаряддями

Українською важливо зазначити, що чітке виокремлення експертного завдання має важливе науково-теоретичне і прикладне значення для організаційного забезпечення судової експертизи, оскільки воно реалізується у питаннях, поставлених суб'єктом досудового розслідування або судового слідства для розв'язання судовим експертом та сприяє вирішенню актуальних проблем експертного забезпечення правосуддя у зазначеній сфері діяльності. Це обґрунтовується тим, що експертне завдання, яке необхідно розв'язати судетексперту на основі спеціальних знань шляхом застосування наявних в нього засобів та методів є підставою для проведення конкретної СВЕ, яка націлена на виявлення саме фактичних даних, які можуть підтвердити або спростувати факти, що мають значення для розслідування правопорушень. Окрім того, експертне завдання значною мірою зумовлює вибір методик і методів його розв'язання.

Наукові розвідки в цій сфері експертної діяльності показали, що арсенал завдань СВД за характером поставлених питань та цілей підрозділяються на три групи: ідентифікаційні, діагностичні та ситуаційні [36].

Завдання СВД тісно пов'язані із предметом СВЕ, адже для констатації факту розладу здоров'я тварини або настання їх смерті від ушкодження гострими знаряддями необхідно застосувати спеціальні ветеринарні знання. Тож метою *експертної ідентифікації* є встановлення тотожності шуканого об'єкта і об'єкта, що перевіряється, тобто встановлення того, що це один і той же об'єкт, проте знаходяться у різному стані. Відтак, в судово-ветеринарній практиці авторів цієї наукової роботи була експертна потреба встановити належність окремих фрагментів скла, зокрема, вилученого із колото-різаної рани собаки, виявленого на передбачуваному місці події [37].

Таким чином, ідентифікація цілого об'єкта за окремими частинами цього ж цілого, дає можливість деталізувати зв'язок між правопорушенням і фактом утворення слідів, тобто залежність різних, але взаємопов'язаних між собою подій, а також причетність особи до вчинення правопорушення.

Діагностичні завдання в СВЕ полягають у розпізнанні стану тварини, травмованої гострими знаряддями, зокрема:

- констатації характеру ушкодження з ветеринарної точки зору (колоте, різане, колото-різане, пиляне, рубане) та його локалізації в тілі тварини;
- небезпечності ушкодження для життя в момент їх заподіяння;
- характеру ушкодження екстер'єру тварини,

його виправності або невивправності та знівечення або незнівечення;

- визначення ступеня тяжкості тілесних ушкоджень (тяжкого, середнього або легкого),
- встановлення каліцтва та визначення ступеня обмеження життєдіяльності тварини у зв'язку з каліцтвом;
- визначення причини смерті;
- визначення давності утворення ушкодження за характером і морфологічними особливостями ушкодження, заподіяних гострими знаряддями;
- з'ясування послідовності заподіяння ушкоджень;
- чи могли виявлені ушкодження утворитися самостійно, без стороннього втручання;
- виду знаряддя травми за характером ушкодження тіла тварини;
- наслідків для здоров'я тварини кожного із заподіяних ушкоджень;
- заподіяння тварині тілесних ушкоджень гострими знаряддями внаслідок дефектності надання ветеринарної допомоги;
- визначення причиново-наслідкового зв'язку між заподіяними тварині тілесними ушкодженнями і розладом її здоров'я;
- виявлення слідів на тілі живої тварини або трупа тварини, які вказують на заподіяння фізичного болю та мучення;
- аргументація впливу тривалого позбавлення тварини тепла, корму, пиття, утримання в умовах, шкідливих для здоров'я на стан її здоров'я.

Розглянемо ці аргументи на конкретному прикладі. Відтак, якщо на тілі підекспертної тварини виявлено рану, в рановому каналі якої відсутні тканинні перегородки, а крововилив виражений як в рані, так і навколо неї, проте із значною кровоточивістю, рівними й неосадженими краями, гострими кінцями, її довжина більша за глибину, вона зає, рановий отвір ветереноподібної або півмісяцевої форми, а під час зведення країв рана набуває лінійної форми, з рани спостерігається значна кровотеча, то така рана утворилася від дії гострого травмуючого знаряддя, зокрема ріжучого.

Особливостями *ситуаційних завдань* СВЕ за ушкоджень тварин гострими знаряддями є таке:

- виявлення деталей правопорушення, які становлять механізм події;
- встановлення механізму ушкодження тварини в конкретній ситуації за слідами, що відобразилися в її тілі, до прикладу: розрізування від дії ріжучого знаряддя травми, розруб від дії рубуючого знаряддя тощо;
- відновлення об'єктивної сторони події правопорушення в динаміці за станом об'єктів, забезпечуючи, таким чином, відтворення речової обстановки події, що розслідується.

Як ми вже раніше зауважували, ситуаційні завдання, як правило, розв'язуються шляхом проведення комплексного дослідження.

Тож розв'язання ситуаційних завдань відображає динаміку події правопорушення. Важливо зауважити, що діагностичні й ситуаційні завдання судової

експертизи тварин за ушкоджень гострими знаряддями хоча і є самостійними, проте взаємопов'язані між собою та вирішуються стадійно: підготовче, роздільне, порівняльне, синтезуюче дослідження.

Для розв'язання ситуаційних експертних завдань проводяться дослідження з відтворення обстановки й обставин події правопорушення, зокрема, встановлення факту контактної взаємодії за характером та морфологічними особливостями ушкодження на тілі тварини шляхом інтеграції спеціальних знань з ветеринарної медицини, біології, трасології, балістики, матеріалознавства тощо, тобто під час проведення комплексної судової ветеринарно-трасологічної експертизи, комплексної судової ветеринарно-балістичної експертизи, наприклад, за ушкодження колюче-ріжучим знаряддям тощо.

Отже, встановлення судвекспертом специфічних ознак ушкоджень на тілі тварини дає можливість суб'єкту розслідування правопорушення відтворити досліджувану подію, конкретні обставини та умови утворення цих ушкоджень, тобто за індивідуальною подією прогнозується й реконструюються механізм загальної події правопорушення. До прикладу: якщо від заподіяного тварині тяжкого тілесного ушкодження розвилось каліцтво, судвексперт має визначити його причину, а це, своєю чергою, вимагає розв'язання певних підзавдань діагностичного характеру: встановлення характеру, локалізації, кількості, ступеня тяжкості, послідовності, давності утворення ушкоджень тощо. Далі для розв'язання ситуаційних експертного завдання з'ясовується механізм і здійснюється реконструкція події правопорушення за якої було заподіяне ушкодження тварині, наслідком чого стало каліцтво.

Чітке виокремлення предмета та завдань СВД дає змогу суб'єктові призначення СВЕ живої тварини сформулювати питання та поставити їх на вирішення СВЕ, зокрема:

1) до якого виду і класу належить тварина, надана на дослідження? Чи є тварина хребетною? Які її фізіологічні особливості?

2) яким є характер ушкоджень, виявлених у тварини, та яка їх локалізація, послідовність (черговість) заподіяння?

3) який механізм утворення тілесних ушкоджень, виявлених у тварини?

4) до яких наслідків для здоров'я тварини призвело кожне із спричинених ушкоджень, і якими є наслідки в їх сукупності?

5) який ступінь тяжкості кожного із ушкоджень?

6) чи призвели ушкодження, заподіяні тварині, до її каліцтва? Якщо так, то вкажіть вид каліцтва та який ступінь обмеження життєдіяльності тварини?

7) яка давність утворення ушкоджень, заподіяних тварині?

8) чи могла тварина отримати тілесні ушкодження самостійно, без стороннього втручання?

9) чи можна за характером ушкодження тварини встановити, яким видом знаряддя воно спричинене? *(вирішується комплексною судовою ветеринарно-трасологічною чи ветеринарно-*

балістичною експертизою).

10) чи існує причинно-наслідковий зв'язок між заподіяними тварині тілесними ушкодженнями за встановлених обставин і розладом її здоров'я?

11) чи є на тілі тварини сліди, які вказують на спричинення мучення, заподіяння їй фізичного болю і страждань?

12) чи вплинуло і як саме ушкодження, виявлене в тварини, на термін втрати нею загальногосподарського чи спеціального використання або повноцінного існування в навколишньому середовищі дикої чи безпритульної тварини?

13) чи вплинули дії, пов'язані з тривалим позбавленням тварини тепла, годівлі, пиття, а також утримання в умовах, шкідливих для здоров'я та життя, на стан її здоров'я і життя та як саме?

Суб'єкт призначення судової експертизи в постанові (ухвалі) для вирішення ідентифікаційних та діагностичних питань, що стосуються сторонніх предметів, вилучених із ран живої тварини чи трупа тварини (осколки скла, об'єкти рослинного походження тощо), додатково до основного переліку питань, можуть поставити ще такі уточнюючі питання:

- чи виявлені в тілі тварини сторонні предмети. Якщо так, то яка їх природа?

- до якого різновиду предметів належать його фрагменти, вилучені з м'яких тканин живої тварини (трупа) та фрагменти предмета, вилученого на місці події правопорушення під час огляду?

- який хімічний склад предметів, вилучених із м'яких тканин живої тварини (трупа) та предметів, виявлених під час огляду місця події правопорушення?

- яка будова предметів, вилучених із м'яких тканин живої тварини (трупа) та предметів, виявлених під час огляду місця події правопорушення?

- чи мають фрагменти предмета, вилучені із м'яких тканин тіла живої тварини (трупа), спільну родову (групову) належність із фрагментами предмета, вилученого під час огляду місця події правопорушення? [37].

Перелік зазначених питань не є вичерпним, він може бути доповнений, залежно від конкретних обставин в межах предмета експертного дослідження, проте, чим точніша й повніша об'єктивна ветеринарна характеристика ушкоджень тварини, тим вона досконаліша й корисніша для органу чи особи, яка призначила експертизу або залучила експерта.

3. Підстави та стадії призначення СВЕ

Призначення СВЕ на стадії досудового розслідування є процесуальною дією уповноваженої особи (прокурора, слідчого, дізнавача), слідчого судді, а на стадії судового слідства – суду, для з'ясування фактичних даних та обставин правопорушення, зокрема й жорстокого поводження з тваринами, на основі застосування спеціальних ветеринарних знань. У кримінальному процесі призначається й проводиться СВЕ виключно після відкриття кримінального провадження та складання уповноваженою особою

або судом процесуального документа про її призначення за таких підстав: наявність клопотань учасників кримінального процесу, норми законодавства про обов'язковість призначення судової експертизи, рекомендації криміналістичної методики з розслідування жорстокого поводження з тваринами [27], а в інших видах судочинства – після укладання договору із приватним судетекспертом або спеціалізованою експертною установою за письмовим зверненням особи (п. 1.8 розд. I Інструкції 53/3 [28]) або за ухвалою суду, якщо СВЕ призначив суд (ст. 103–104 ЦПК [29]).

Підставою для призначення СВЕ є обґрунтована потреба у застосуванні спеціальних ветеринарних знань, оскільки іншими засобами встановити фактичні дані та обставини правопорушення неможливо.

Процесуальні відносини між суб'єктами призначення й проведення СВЕ розпочинаються з моменту складання постанови/ухвали про її призначення.

На етапі призначення СВЕ уповноважена особа або слідчий суддя:

- ухвалює рішення про обґрунтовану необхідність її призначення;
- виокремлює й обґрунтовує предмет та категорію судової експертизи (первинна, додаткова, повторна, комісійна, комплексна);
- окреслює питання, які одночасно є експертними завданнями, що мають бути поставлені на розв'язання СВЕ;
- готує вихідні дані, отримує об'єкти експертизи;
- обирає експертну установу для проведення СВЕ;
- виносить/постановляє процесуальний документ про призначення СВЕ (постанову або ухвалу);
- скеровує такий документ разом з об'єктами дослідження та матеріалами провадження (кримінального або адміністративного) або справи (цивільної, господарської) до експертної установи (нині поміж державних установ судових експертиз

СВЕ проводиться лише в Національному науковому центрі «Інститут судових експертиз ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса» Міністерства юстиції України).

Суб'єктом призначення СВЕ може бути призначена первинна, додаткова, повторна експертиза. Тож *первинною СВЕ* є така, коли об'єкт досліджується вперше (абз. 2 п. 1.2.13 Інструкції 53/3 [28]). *Додаткова СВЕ* призначається та проводиться з метою розв'язання додаткових (нових) питань щодо тих же об'єктів, які досліджувались первинною судовою експертизою, дослідження додаткових матеріалів, які не досліджувались під час проведення первинної СВЕ. Додаткова СВЕ доручається тому самому експерту, який проводив первинну експертизу, або іншому експерту (абз. 3 п. 1.2.13 Інструкції 53/3 [28]).

Повторна СВЕ призначається для дослідження тих самих об'єктів і розв'язання тих самих питань, що й під час проведення первинної (попередньої) СВЕ, проте іншому судовому експерту (абз. 4 п. 1.2.13 Інструкції 53/3 [28]). Підставами для призначення повторної СВЕ є: визнання доказів, які лежать в основі первинної СВЕ недопустимими, недостовірними, суттєве порушення порядку проведення первинної СВЕ, неповнота первинної СВЕ, ненадання судовим експертом у висновку первинної експертизи вичерпних відповідей на всі поставлені питання, не дослідження усіх наданих об'єктів, а усунення всіх виявлених недоліків первинної СВЕ іншим шляхом, аніж проведення повторної СВЕ неможливо.

4. Стадії СВД тварин, травмованих гострими знаряддями

У процесі СВД живої підекспертної тварини, травмованої гострими предметами, аналогічно як і трупа тварини, доречно виокремлювати чотири взаємопов'язані стадії (рис. 2).

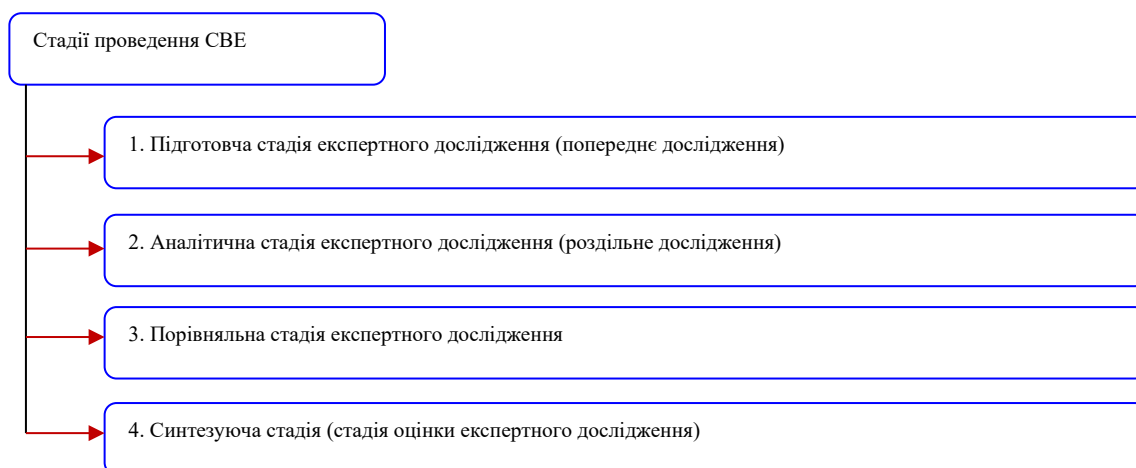


Рис. 2. Стадії проведення СВЕ

Схарактеризуємо ці стадії.

На *першій (підготовчій) стадії* експертного дослідження судетексперт:

- ознайомлюється із змістом процесуального документа (постановою/ухвалою) про призначення СВЕ;

– з'ясовує категорію справи, за якою призначена СВЕ та її номер;

– встановлює перелік об'єктів, що підлягають дослідженню;

– вивчає відомості про надані матеріали;

– уточнює спосіб доставки об'єктів дослідження;

– аналізує відповідність матеріалів та об'єктів, що надійшли на СВД, матеріалам, зазначеним в постанові/ухвалі;

– вивчає перелік питань, які поставлені на розв'язання СВЕ;

– визначає предмет конкретної СВЕ, експертні завдання, які необхідно розв'язання судовому експертові(-ам) в процесі СВД та встановлює зв'язок об'єкта з предметом СВЕ;

– вивчає висновки експертів за результатами проведених додаткових або повторних експертиз, якщо такі є в матеріалах провадження (справи);

– з'ясовує, чи є у матеріалах провадження (справи) дані, які надають можливість застосувати право експерта на експертну ініціативу;

– направляє клопотання суб'єктові призначення СВЕ про надання додаткових матеріалів (вихідних даних) (за обґрунтованої необхідності);

– добирає нормативно-правові акти, методики та спеціальні джерела, якими послуговуватиметься під час проведення СВЕ;

– складає алгоритм розв'язання поставлених перед ним експертних завдань.

На **другій (аналітичній) стадії** експертного дослідження судвексперт проводить:

– аналіз реєстраційних та анамнестичних даних підекспертної тварини;

– дослідження й аналіз ветеринарних та інших документів, що містяться у матеріалах провадження (справи), проведення клінічного СВД живої тварини [30] або патоморфологічного судово-ветеринарного дослідження трупа тварини, відповідно до загально-прийнятих алгоритмів [31], проте особливу увагу акцентують на логічний і повний опис *Status localis* самих ранових ушкоджень, заподіяних гострими знаряддями, порядок якого запропонували І. Яценко та В. Козачок [32];

– застосування візуалізаційних, інструментальних, лабораторних досліджень.

На **третьій (порівняльній) стадії** експертного дослідження тварини, травмованої гострими знаряддями, судвексперт порівнює отримані результати СВД із загальноприйнятими показниками фізіологічної норми підекспертної тварини, проводить їх аналіз.

На цій стадії здійснюється судово-ветеринарне визначення:

– механізму утворення ушкодження;

– виду знаряддя, яким спричинене ушкодження (це питання вирішується комплексною судовою ветеринарно-трасологічною чи ветеринарно-балістичною експертизою тощо: в цьому комплексі судвексперт здійснює судово-ветеринарне клінічне дослідження живої тварини або патоморфологічне дослідження трупа тварини, а експерт-трасолог – за характером і

морфологічними особливостями ушкодження встановлює знаряддя травми);

– ступеня тяжкості шкоди, заподіяної здоров'ю тварини, внаслідок ушкодження гострими знаряддями, відповідно до методичних рекомендацій [33];

– каліцтва тварини, відповідно до судово-експертної методики [34];

– ступінь обмеження життєдіяльності тварини внаслідок каліцтва;

– давності заподіяння ушкодження;

– прижиттєвості чи посмертності його утворення;

– самотійно чи за стороннього втручання тварина могла отримати тілесні ушкодження;

– наслідки ушкодження для здоров'я тварини;

– сліди на тілі тварини (ушкодження), які вказують на фізичний біль і страждання;

– встановлюється судово-ветеринарний діагноз.

На **четвертій (синтезуючій) стадії** судвексперт здійснює узагальнення та дає експертну оцінку отриманих даних в їх єдності й взаємозв'язку, зводить в єдине ціле дані, здобуті аналізом, а також обґрунтовує висновки з поставлених на вирішення СВЕ питань.

На цій стадії здійснюється:

– обґрунтовується причинно-наслідковий зв'язок між заподіяними тварині тілесними ушкодженнями за встановлених обставин і розладом її здоров'я;

– аргументується вплив ушкодження на термін втрати твариною загальногосподарського або спеціального використання, або повноцінного існування в навколишньому середовищі дикої чи безпритульної тварини;

– вплив дії, пов'язаної з тривалим позбавленням тварини тепла, годівлі, пиття, а також утримання в шкідливих умовах на стан її здоров'я і життя.

Під час проведення СВЕ вибір певних методик (методів) дослідження є компетенцією судово-ветеринарного експерта, відповідно до абз. 2 п. 1.4 Інструкції № 53/3 [28].

5. Інтеграція спеціальних ветеринарних знань в комісійні та комплексні судово-експертні дослідження за ушкоджень тварин гострими знаряддями

Процесуальним законодавством України передбачена можливість проведення судової експертизи, зокрема й СВЕ, декількома судовими експертами, тобто комісійної та комплексної. Тож *комісійна СВЕ* проводиться у разі складних, багатооб'єктних, експертиз, якщо дослідження призводить до втрати або суттєвих змін об'єкта (в СВЕ – це розтин трупа тварини), що повністю або частково унеможливило проведення повторної СВЕ. Крім того, зазначимо, що проведення СВЕ є технологічно складною процедурою, яка передбачає виконання розтину трупа або клінічне дослідження живої тварини та одночасної фото- або відеофіксації окремих елементів дослідження, протоколювання процесу дослідження, відбір від тварин зразків біологічного матеріалу для лабораторних досліджень, їх пакування та маркування.

Констатуємо, що комісійна СВЕ, зокрема й експертиза тварин, травмованих гострими знаряддями, проводиться не меш як двома судовими експертами, які мають однакову компетенцію в одній галузі знань (в СВЕ – в галузі ветеринарної медицини), володіють однаковими спеціальними знаннями (в СВЕ – ветеринарними), дають спільний висновок за результатами сумісно проведеної СВЕ.

Украй важливо зазначити, що останнім часом все частіше виникає необхідність в призначенні та проведенні комплексних судових експертиз в які інтегровані спеціальні ветеринарні знання, до прикладу: комплексної судової ветеринарно-трасологічної, комплексної судової ветеринарно-балістичної, комплексної судової ветеринарно-біологічної, комплексної судово-ветеринарної експертизи та експертизи матеріалів речовин та виробів тощо. Для проведення комплексних судово-експертних досліджень застосовуються спеціальні знання в різних галузях знань (до прикладу: ветеринарної медицини, біології, трасології, балістики, матеріалознавства тощо).

Проведення комплексних судових експертиз тварин, травмованих гострими знаряддями, на практиці має переваги, адже одночасно можна врахувати кілька ознак, пов'язаних з ушкодженнями, обґрунтовано поставити питання на вирішення експертизи, окреслити коло методів експертного дослідження, отримати максимальну повноту відповідей у заключних висновках експертів різних експертних спеціальностей: судово-ветеринарного експерта і експерта-трасолога, судового експерта з дослідження матеріалів, речовин і виробів тощо), компетентних у своїй сфері судової експертизи. До прикладу: для виявлення в рані тварини сторонніх предметів необхідно застосувати спеціальні ветеринарні знання (проведення клінічного дослідження травмованої тварини або розтину трупа, застосування променевої, ультрасонографічної діагностики для їх виявлення, вилучення з організму тощо) та інші спеціальні знання: біологічні (якщо стороннім предметом рані є об'єкт рослинного походження), знання в галузі матеріалів, речовин та виробів (якщо стороннім предметом є скло, метал) тощо.

Про пріоритетність комплексних судових експертиз наголошує і Е. Б. Сімакова-Єфремян [38]. Тож комплексною судовою ветеринарно-трасологічною експертизою розв'язуються питання щодо визначення виду або роду травмуючого знаряддя, комплексною судово-ветеринарною експертизою та експертизою матеріалів речовин та виробів вирішуються питання щодо вставлення металізації ран, а також скляних та металічних сторонніх предметів, вилучених із ранових каналів; комплексною судовою ветеринарно-біологічною експертизою розв'язуються питання щодо визначення рослинних об'єктів, вилучених із ранових каналів.

6. Об'єкти й суб'єкти СВД тварин за ушкоджень гострими знаряддями

Об'єктами СВЕ є матеріальні й матеріалізовані. До матеріальних об'єктів належать живі тварини та

труп тварин, зокрема й постраждалі від ушкоджень гострим знаряддями. Крім того, до матеріальних об'єктів комплексних судових експертиз належать власне гострі знаряддя (ніж кухонний, шило, викрутка, кинджал, сокира, цвях, багнет, ножиці, осколки скла, металічні осколки, гострі об'єкти рослинного походження тощо).

Матеріалізованими об'єктами є матеріали провадження (справи), поміж яких: історія хвороби тварини, амбулаторна карта хворої тварини, результати лабораторних досліджень біологічних середовищ організму тварини, результати візуалізаційних досліджень (протокол рентгенографії, ультрасонографії, магнітно-резонансної або комп'ютерної томографії, фіброгастродуоденоскопії) тощо [39].

Суб'єктами проведення СВЕ тварини є лікарі ветеринарної медицини, що мають кваліфікацію судветексперта за експертною спеціальністю 18.1 «Ветеринарні дослідження». У разі відсутності такого експерта, СВЕ тварини може бути проведена будь-яким лікарем ветеринарної медицини, компетентним у цій сфері ветеринарної діяльності, проте такі спеціалісти можуть визначити локалізацію й характер ушкоджень, але вони обмежені в певних своїх повноваженнях, зокрема, не можуть визначати ступінь тяжкості тілесних ушкоджень, каліцтва тварин тощо, що є виключною прерогативою атестованих судово-ветеринарних експертів.

СВЕ живої тварини має бути призначена уповноваженою особою або органом якомога швидше після заподіяння тварині ушкодження, адже затягування з проведенням СВЕ призводить до загоювання ушкоджень, отже, втрату ознак за допомогою яких можна визначити їх форму, характер, механізм утворення, давність виникнення тощо.

7. Застосування принципів СВД за ушкоджень тварин гострими знаряддями

Під час СВД живих тварин або трупів тварин, зокрема й травмованих гострими знаряддями, в основу мають бути покладені основоположні засади (принципи), сформульовані І. В. Яценком [40], зокрема: принципи верховенства права й законності, системності, всебічності, повноти дослідження, науковості, допустимості застосування методів, засобів і способів досліджень; щонайбільшого збереження об'єктів; неупередженості; компетентності, атестації, методологічної самостійності судветексперта; об'єктивності, обґрунтованості, достовірності, правильності та правдивості висновку експерта). Важливість дотримання зазначених принципів необхідне для визнання висновку судового експерта допустимим доказом, тобто таким, який одержаний законним шляхом і який можна використовувати в судочинстві для підтвердження або спростування фактів, що мають значення для провадження (справи), прийняття процесуальних рішень, можливості посилення слідчого, прокурора, дізнавача під час укладання обвинувального акту, а суду – під час ухвалення судового рішення.

Максимальне збереження об'єктів (зокрема, трупів тварин з ушкодженнями гострими знаряддями) є одним із фундаментальних принципів судової експертизи: об'єкти дослідження дозволяється пошкодити або витратити лише тією мірою, якою це необхідно для повного проведення дослідження за наявності письмового дозволу особи (органу), яка(який) призначила(в) СВЕ (п. 3 ч. 5 ст. 69 КПК [41], ч. 3 ст. 108 ЦПК [29], ст. 5 профільного Закону [42], абз. 7 п. 2.2 розд. II та абз. 1,2 п. 4.11 розд. IV Інструкції [28] та ін.).

8. Особливості оформлення результатів судової експертизи за ушкоджень тварин гострими знаряддями

За результатами проведеної СВЕ судветекспертом складається висновок експерта, відповідно до процесуального законодавства України, профільного Закону [42] та Інструкції [28]. Хоча нині вже є розроблені способи складання висновку експертів щодо живих тварин та трупів тварин, проте особливості досі не виокремлені особливості та не зроблені акценти на складанні таких висновків за результатами проведеної СВЕ тварин з ушкодженнями гострими знаряддями травми, що породжує як теоретичні, так і практичні проблеми та буде предметом наших наступних наукових досліджень.

Зауважимо, що у разі ненадання для проведення СВЕ об'єкта дослідження, судветексперт складає Повідомлення про неможливість надання висновку, відповідно до п. 4.20 Інструкції [28].

9. Результати анкетування респондентів

З метою з'ясування обізнаності суб'єктів призначення та проведення СВЕ, особливо тварин з ушкодженнями гострими знаряддями, автори цієї наукової роботи провели опитування відповідних респондентів. Тож аналізом опитування респондентів (суддів (n=50), слідчих (n=100), дізнавачів (n=30), адвокатів (n=30), судово-ветеринарних експертів (n=4)), зібраних протягом 2023–2025 років, свідчать, що всі респонденти брали участь в розслідуванні правопорушень, скоєних проти здоров'я і життя тварин, а також призначали СВЕ травмованих тварин під час своєї професійної діяльності, поміж них: судді 40 (80 %), слідчі – 95 (95 %), дізнавачі – 15 (50 %), прокурори – 14 (56 %), адвокати – 24 (80 %).

Акцентуємо увагу, що в опитаних респондентів виникала необхідність проведення СВЕ тварин, які мали тілесні ушкодження гострими знаряддями: судді – 19 (48 %), слідчі 38 (40 %), дізнавачі – 6 (40 %), прокурори – 3 (21 %), суд за клопотанням адвокатів – 10 (42 %).

Дані про необхідність призначення СВЕ за ушкоджень тварин ріжучими знаряддями були відображені в анкетах 11 (58 %) суддів, 18 (47 %) слідчих, 3 (43 %) дізнавачів, 2 (50 %) прокурорів, 7 (70 %) адвокатів; колючими знаряддями були відображені в анкетах 1 (5 %) суддів, 11 (29 %) слідчих, 2 (33 %) дізнавачів, 1 (33 %) прокурорів,

4 (40 %) адвокатів; пиляючими знаряддями були відображені в 11 (22 %) суддів, 8 (8 %) слідчих, 1 (3 %) дізнавачів, 5 (20 %) прокурорів, 7 (23 %) адвокатів; ушкодження пиляючими знаряддями були відображені в анкетах 3 (16 %) суддів, 5 (13 %) слідчих, у дізнавачів, прокурорів, адвокатів не було необхідності призначати СВЕ; ушкодження рубаючими знаряддями були відображені в анкетах 4 (21 %) суддів, 4 (11 %) слідчих, 1 (17 %) дізнавачів, 3 (30 %) адвокатів, проте у прокурорів не було необхідності у призначенні СВЕ.

Із анкет опитуваних відомо, що призначені СВЕ стосувались тварин, які були об'єктами скоєння правопорушення жорстокого поводження з тваринами (ст. 299 КК України) та перебували в провадженні: суддів – 16 (84 %), слідчих – 30 (79 %), прокурорів – 4 (100 %), адвокатів – 10 (100 %), дізнавачі не проводять розслідування злочину жорстокого поводження з тваринами, тому й СВЕ не призначали.

Також із анкет респондентів відомо, що призначені СВЕ стосувались тварин, які були об'єктами скоєння злочину незаконного полювання (ст. 248 КК України) та перебували в провадженні суддів – 2 (11 %), слідчих – 7 (18 %), дізнавачів – 7 (100 %), проте опитувані прокурори не проводили досудового розслідування браконьєрства, оскільки воно є кримінальним проступком, отже, є прерогативою розслідування дізнавачів.

Акцентуємо увагу, що про призначення СВЕ за дефектів надання ветеринарної допомоги зауважили такі респонденти: судді – 1 (5 %), слідчі – 1 (3 %); дізнавачі, прокурори, адвокати не були причетні до призначення СВЕ.

Одночасно більшості опитуваних респондентів приходилося призначати СВЕ за ушкоджень тварин гострими предметами, коли об'єктами дослідження були не живі тварини, а трупи тварин: судді – 13 (68 %), слідчі – 26 (68 %), прокурори – 3 (100 %), суд за клопотанням адвокатів – 2 (20 %). У провадженні дізнавачів об'єктами призначення СВЕ були виключно живі тварини – 6 (100 %).

На запитання анкети «чи звертались ви за консультативною допомогою судово-ветеринарних експертів під час укладання постанови/ухвали про призначення СВЕ?» респонденти відповіли так: у суддів не було такої необхідності, слідчі – 35 (35 %), дізнавачі – 12 (40 %), прокурори – 9 (96 %), суд за клопотанням адвокатів – 9 (30 %).

Респонденти також зазначили в анкетах, що вони не обізнані про можливості комплексних судових експертиз для розв'язання експертних завдань щодо ушкоджень тварин гострими знаряддями, а також в них немає досвіду призначення комплексних судових експертиз під час розслідування злочинів або судового розгляду справ щодо правопорушень, скоєних проти здоров'я і життя тварин. Тож виникає необхідність у підвищенні обізнаності суб'єктів призначення СВЕ, травмованих гострими знаряддями.

Проведеним анкетуванням судово-ветеринарних експертів (n=4) щодо застосування ними спеціальних ветеринарних знань під час професійної діяльності

встановлено, що всі вони мають достатній досвід проведення на професійній основі СВЕ, зокрема й тварин, травмованих гострими знаряддями (різючими, колючими, пиляючими, рубаючими) за жорстокого поводження з тваринами, браконьєрства; дефектів надання ветеринарної допомоги (1 (25 %)), з-поміж об'єктів дослідження були як живі тварини, так і трупи тварин. До того ж, всі респонденти-судово-ветеринарні експерти повідомили, що вони обізнані про можливість комплексних судових експертиз для розв'язання експертних завдань щодо ушкодження тварин гострими знаряддями, проте лише 2 експерта (50 %) проводили комплексні судові експертизи під час власної судово-експертної практики.

Всі опитувані респонденти одностайні в тому, що є необхідність розвивати судово-ветеринарну травматологію як напрям судово-ветеринарної діяльності. Також вони зазначають, що та кількість атестованих судово-ветеринарних експертів в Україні (наразі їх 5) недостатня для задоволення потреб правосуддя в СВЕ. До того ж всі респонденти категорично стверджують про обов'язковість призначення СВЕ травмованих тварин, а також доцільність доповнення переліку питань, які можуть бути поставлені на розв'язання судово-ветеринарному експерту в «Науково-методичних рекомендаціях з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень».

Отже, узагальнивши думки респондентів, автори цієї роботи дійшли висновку, про актуальність і перспективність судово-ветеринарного дослідження тварин з ушкодженнями гострими знаряддями, яке потребує як теоретичного і експериментального, так і практичного обґрунтування експертних процедур.

Висновки

1. Обґрунтовано, що наявність розроблених загальних організаційних положень з питань призначення та проведення СВЕ за ушкодження тварин, зокрема й гострими знаряддями, сприятиме дотриманню суб'єктами призначення експертизи та судово-ветеринарними експертами законності процедур під час виконання покладених на них завдань.

2. Аргументовано, що під час призначення СВЕ організаційна роль належить органу досудового розслідування (слідчому судді, слідчому, прокурору, дізнавачу), а під час судового розгляду справи – суду.

3. Акцентовано увагу на тому, що на етапах призначення та проведення СВЕ суб'єкт її призначення та судово-ветеринарний експерт діють узгоджено, виключно в межах їх компетенцій, що припускає самостійність експерта у виборі алгоритмів та методик дослідження, безпосереднього проведення експертизи й укладання висновку експерта.

4. Доведено, що недотримання хоча б одного із принципів судово-ветеринарної діяльності призводить до можливого визнання висновку судового експерта недопустимим доказом у провадженні

(справі), унеможливлення використання його у судочинстві для прийняття процесуальних рішень, на нього не може посилається слідчий, прокурор чи дізнавач під час укладання обвинувального акту, а суд – під час ухвалення судового рішення.

5. Констатовано, що завдання СВЕ мають тісний зв'язок із предметом експертного дослідження, адже предмет відображається у питаннях, які уповноважена особа чи орган ставлять на вирішення судовому експертові. Їх доцільно розподіляти на ідентифікаційні, діагностичні та ситуаційні. Їх виокремлення під час СВЕ тварин, ушкоджених гострими предметами, та окреслення чітких шляхів їх вирішення дозволять обґрунтовано здійснити СВД та криміналістичне оцінювання ознак як на кожній стадії експертного дослідження, так і у синтезуючому розділі висновку експерта, а також надати правильні й обґрунтовані заключні висновки.

6. Наголошено, що під час проведення СВЕ тварин, травмованих гострими знаряддями, експертні завдання можуть вирішуватись у формі однорідної експертизи на основі спеціальних ветеринарних знань або комплексної експертизи – із застосуванням спеціальних знань у різних галузях науки, зокрема: біології (комплексна судова ветеринарно-біологічна експертиза), трасології (комплексна судова ветеринарно-трасологічна експертиза), балістика (комплексна судова ветеринарно-балістична експертиза) тощо. Не можуть бути поставлені на вирішення СВЕ питання правового характеру.

7. Запропоновані загальні організаційні положення з питань призначення та проведення СВЕ за ушкодження тварин гострими знаряддями стануть основою створення нової судово-експертної методики, яка після її апробації та рекомендації до впровадження може бути внесена до Державного реєстру методик проведення судових експертиз, що значно підвищить ефективність судово-експертної діяльності вцілому.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому плануємо зосередитись на розробці та обґрунтуванні ознак судово-ветеринарного визначення ступеня тяжкості тілесних ушкоджень, заподіяних тваринам гострими знаряддями.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Kliuiev, O. (2019). Improvement of forensic support: theoretical, legal and organizational aspects. *Theory and Practice of Forensic Science and Criminalistics*, 19 (1), 102–117. <https://doi.org/10.32353/khrife.1.2019.08>
2. Uhrovetskyi, O. P., & Malanchak, V. Ye. (2018). Napriamky formuvannia suchasnoho teoretychnoho pidgruntia sudovo-ekspertnoi diialnosti v Ukraini. *Sudova ekspertyza: suchasnist ta maibutnie: zbirnyk materialiv kruhloho stolu* (Lviv, 25.01.2018). (pp. 132–135) Lviv [in Ukrainian]

3. Kipouras, P., & Ovsianynkova, I. (2021). Forensic science activity in globalization context. *Theory and Practice of Forensic Science and Criminalistics*, 25 (3), 169–184. <https://doi.org/10.32353/khrife.3.2021.12>
4. Lytvynenko, D. O., & Shulzhenko, A. V. (2024). Judicial examination is during martial law. *Juridical Scientific and Electronic Journal*, 8, 419–422. <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2024-8/98>
5. Shevchuk, V. M. (2022). Zavdannia kryminalistyky v umovakh voiennoho stanu. *Pravovi vyklyky suchasnosti: zakonodavche reahuvannia na heopolitychni y istorychni problemy: materialy III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi onlain konferentsii (Chernivtsi, 6 hrudnia 2022 roku)*. (pp. 221–223). Chernivtsi [in Ukrainian]
6. Simakova-Yefremian, E. (2020). On the need for improvement of legislation regarding implementation of forensic science activities in Ukraine. *Theory and Practice of Forensic Science and Criminalistics*, 19 (1), 118–129. <https://doi.org/10.32353/khrife.1.2019.09>
7. Yatsenko, I. V. (2023). The influence of the latest scientific achievements of Kharkiv Scientific School of Forensic Veterinarians on the efficiency of appointing and conducting forensic veterinary examination. *Progressive Research in the Modern World: Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference (March 24, 2023)*. (pp. 27–44). Boston, USA: BoScience Publisher. Retrieved from: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2023/03/PROGRESSIVE-RESEARCH-IN-THE-MODERN-WORLD-2-4.03.23.pdf>
8. Yatsenko, I. V. (2022). Problems of drawing up a resolution by an authorized person on the appointment of forensic veterinary examination and ways to solve them. *Forum Prava*, 73 (2), 6–21.
9. Loza, T. V. (2023). Problems of the organization of forensic expert activity in Ukraine and ways to solve them. *Analytical and Comparative Jurisprudence*, 6, 633–641. <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2023.06.112>
10. Shcherbakovskyi, M. H. (2016). Oboviazkove pryznachennia sudovykh ekspertyz u kryminalnomu provadzhenni. *Teoriia ta Praktyka Sudovo Ekspertyzy i Kryminalistyky*, 16, 148–157. [in Ukrainian]
11. Simakova-Yefremian, E. B. (2016). Do pyttannia pro pryznachennia ta provedennia sudovo Ekspertyzy u kryminalnomu protsesi Ukrainy. *Suchasni napriamy rozvytku sudovo Ekspertyzy ta kryminalistyky: tezy dopovidei naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenii pamiati Zasluzhenoho profesora M. S. Bokariusa (Kharkiv, 20.12.2016)*. (pp. 254–256). Kharkiv [in Ukrainian]
12. Makarenko, Ye. I., & Zdor, V. M. (2019). Problems of assignment of legal examination in criminal proceedings. *Law and Society*, 3 (1), 218–222. <https://doi.org/10.32842/2078-3736-2019-3-1-36>
13. Lazebnyi, A. M., & Bozhuk, I. I. (2021). Aktualni pyttannia pryznachennia kryminalistychnykh sudovykh ekspertyz v Ukraini. *Aktualni Problemy Prava: Teoriia i Praktyka*, 1 (41), 68–76. <https://doi.org/10.33216/2218-5461-2021-41-1-68-76> [in Ukrainian]
14. Stepaniuk, R. L., & Ionova, V. V. (2020). Pryznachennia sudovo molekuliarno-henetychnoi ekspertyz na stadii dosudovoho rozsliduvannia: problemy ta shliakhy yikh vyryshennia. *Visnyk Luhanskoho Derzhavnoho Universytetu Vnutrishnikh Sprav Imeni E. O. Didorenka*, 3(91), 307–319. <https://doi.org/10.33766/2524-0323.91.307-319> [in Ukrainian]
15. Ovchynnykova, Yu., Tsutskiridze, M., Surkova, M., Shevchyshen, A., Rudenko, S. Romanov, M., Romaniuk, V., Drozd, V., Orlov, Yu., Orlova, T., Bohdan, N., Strok, I., Kyrii, L., Vitkalova, A., Burmystrova, L., & Yatsenko, I. (2024). *Yak zakhystyty tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia: orhanizatsiini, kryminalni, kryminalni protsesualni ta kryminalistychni aspekty: metodychni rekomendatsii*. Kyiv – Kharkiv – Vinnytsia Retrieved from: <https://myslyvets.com.ua/wp-content/uploads/2024/11/A5-FINAL-1.pdf> [in Ukrainian]
16. Polishchuk, M. H. (2021). Examination as a form of use of special knowledge in civil process. *Juridical Scientific and Electronic Journal*, 3, 125–127. <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2021-3/30>
17. Hladilina, O. V. (2018). Pryznachennia sudovo-medychnykh ekspertyz: problemy ta perspektyvy. *Aktualni Problemy Vitchyzniano Yurysprudentsii*, 2 (2), 61–63. [in Ukrainian]
18. Chornous, Yu., & Synoverska, T. (2022). *Kryminalistychna metodyka rozsliduvannia zhorstokoho povodzhennia z tvarynami: monohrafiia*. Kyiv: Pravo [in Ukrainian]
19. Harkusha, S., Bokotko, R., Kruchynenko, O., & Peredera, O. (2024). Forensic veterinary examination of the death of dogs and cats from cases of high temperatures. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (2), 99–104. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.02.17>
20. Lemishevskiy, V., & Zhyla, M. (2024). Sudovo-veterynarna ekspertyza trupa sobaky iz vohnepalnym drobnyvm poranenniam: ohliad vypadku. *Aktualni pyttannia sudovo-veterynarnoi ekspertyzy: realii ta perspektyvy. Zbirnyk materialiv Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii naukovo-pedahohichnykh pratsivnykiv ta molodykh naukovtsiv (Odesa, 23–24 travnia 2024)*. (pp. 45–47). Odesa [in Ukrainian]
21. Serdioucov, J., Shkundia, D., & Kruchynenko, O. (2023). Identification of time of death of cats according to histological changes in some organs. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (3), 399–406. <https://doi.org/10.15421/022359>
22. Panikar, I., Skripka, M., Zapeka, I., & Kurales, O. (2022). Some aspects of pathogenesis and pathomorphology of primary complex injury of the spine and spinal cord. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 104, 26–33.
23. Kazantsev, R. H. (2025). Sudovo-veterynarna ekspertyza trupiv tvaryn za yikh riznykh staniv ta zalezno vid katehori, rodu i vydu smerti. *PhD thesis*. Kharkiv [in Ukrainian]
24. Kotsymbas, H., Dancovykh, R., & Vretsona, N. (2018). Pathomorphology and diagnosis of dogs poisoning with isoniazid. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20(83), 108–114. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8321>
25. Bulavina, V. S., Zarubina, M. V., Sych, I. V., Perekhoda, L. O., Baiurka, S. V., & Sych, I. A. (2020). Khimiko-toksykologichnyi analiz izoniazydu v sudovo-veterynarnii ekspertyzi. *Teoretychni ta praktychni aspekty doslidzhennia likarskykh roslin : materialy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (Kharkiv, 26–27 lystopada 2020)*. (pp. 61–62). Kharkiv: NFaU [in Ukrainian]
26. Zon, H. A., & Ivanovska, L. B. (2014). Sudovo-veterynarna ekspertyza v promyslovomu ptakhivnytstvi. *Problemy Zoonzhenerii ta Veterynarnoi Medytsyny*, 28 (2), 207–210. [in Ukrainian]
27. Smith-Blackmore, M., & Bethard, J. D. (2020). A multidisciplinary investigation of chronic animal abuse: Collaboration between veterinary forensics and forensic anthropology. *Journal of Forensic Sciences*, 66 (1), 389–392. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14576>
28. Instruktsiia pro pryznachennia ta provedennia sudovykh ekspertyz ta ekspertnykh doslidzhen: nakaz Ministerstva yustytisii Ukrainy 08.10.1998 № 53/5 (u redaktsii nakazu Ministerstva yustytisii Ukrainy vid 26.12.2012 № 1950/5). *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0705-98#Text> [in Ukrainian]
29. Tsyvilnyi protsesualnyi kodeks Ukrainy vid 18.03.2004 r. № 1618-IV. (zi zminamy ta dopovnenniamy). *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1618-15#Text> [in Ukrainian]
30. Yatsenko, I. (2023). Theoretical justification and praxeological significance of the stages of expert research of a living animal. *Law. Human. Environment*, 14 (1), 107–131. <https://doi.org/10.31548/law/1.2023.107>
31. Yatsenko, I. (2022). Stages of expert research and their application in the forensic veterinary examination of animal carcasses. *Theory and Practice of Forensic Science and Criminalistics*, 26 (1), 52–78. <https://doi.org/10.32353/khrife.1.2022.04>
32. Yatsenko, I., & Kozachok, V. (2025). The procedure for describing injuries inflicted by sharp objects during a forensic veterinary examination. *Directions for the Development of Science in the Context of Global Transformations*. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-562-4-5>
33. Yatsenko, I. V., & Parylovskiy, O. I. (2022). *Pravyta sudovo-veterynarnoho vyznachennia stupenia tiazhkosti shkody, zapodiiano z doroviu tvaryny (metodychni rekomendatsii)*. Kharkiv: NNTs «ISE im. Zasl. prof. M. S. Bokariusa» [in Ukrainian]
34. Yatsenko, I. V., Parylovskiy, O. I., & Kazantsev, R. H. (2021). *Metodyka sudovo-veterynarnoho doslidzhennia tvaryn z metoiu*

- vstanovlennia yikh kalitstva. Kharkiv: NNTs «ISE im. Zasl. prof. M. S. Bokarius» [in Ukrainian]
35. Naukovo-metodychni rekomendatsii z pytan pidhotovky i pryznachennia sudovykh ekspertyz: Nakaz Ministerstva yustytzii Ukrainy vid 08.10.1998 № 3/5 u redaktsii nakazu Ministerstva yustytzii Ukrainy 26.12.2012 № 1950/5. *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0705-98#Text>.
 36. Yatsenko, I. V. (2023). Zavadnania sudovo-veterynarnoi ekspertyz: teoretychni y prakseolohichni problemy ta shliakhy yikh vyryshennia. *Forum Prava*, 74 (1), 68–89. [in Ukrainian]
 37. Yatsenko, I., Smirnov, O., & Kozachok, V. (2025). Forensic veterinary examination of animal bodies injured by glass fragments. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 16 (1), 40–58. <https://doi.org/10.31548/veterinary1.2025.40>
 38. Simakova-Yefremian, E. B. (2017). Teoretyko-pravovi ta metodolohichni zasady kompleksnykh sudovo-ekspertnykh doslidzhen. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kharkiv [in Ukrainian]
 39. Yatsenko, I. V. (2023). Illustrative material in the forensic veterinary experts conclusions and its importance for the objectification and argumentation of the conducted research. *Juridical Scientific and Electronic Journal*, 7, 450–471. <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2023-7/106>
 40. Yatsenko, I. (2022). Principles of forensic expert activities in Ukraine and their implementation in forensic veterinary research. *Archives of Criminology and Forensic Sciences*, 1 (5), 115–142.
 41. Kryminalnyi protsesualnyi kodeks Ukrainy vid 13.04.2012 r. № 4651-VI (zi zminamy ta dopovnenniamy). *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17#Text> [in Ukrainian]
 42. Pro sudovu ekspertyzu : Zakon Ukrainy vid 25.02.1994 r. № 4038-XII (zi zminamy ta dopovnenniamy). *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4038-12#Text> [in Ukrainian]

ORCID

V. Kozachok 

<https://orcid.org/0009-0009-5116-0630>

I. Yatsenko 

<https://orcid.org/0000-0001-8903-2129>



2025 by the author(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.

The spread of canine babesiosis and risk factors in the city of Poltava, Ukraine

N. Kaliuzhnyi | O. Kruchynenko✉

Article info

Correspondence Author

O. Kruchynenko

E-mail:

oleg.kruchynenko@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine**Citation:** Kaliuzhnyi, N., & Kruchynenko, O. (2025). The spread of canine babesiosis and risk factors in the city of Poltava, Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 234–238. doi: 10.31210/spi2025.28.03.35

Babesia spp. are intracellular parasitic organisms that primarily infect the erythrocytes of most mammals, causing the disease known as babesiosis, and are transmitted by ticks. Canine babesiosis is a potentially fatal and major disease of dogs in Ukraine. The purpose of this study was to determine the spread of canine babesiosis based on the data of “Aibolyt” veterinary clinic in the city of Poltava and to identify risk factors associated with it. A total of 440 dogs were randomly selected from the clinic between June 2024 and May 2025. The information on sex, age, breed, and season of the year of sampling was recorded. The dogs were divided into the following age groups: group 1 – dogs under 12 months, group 2 (12–36 months), and group 3 (over 36 months). Breeds were classified as: purebred and mongrels. Blood smears were prepared, dyed with Leucodyph 200, and examined under a light microscope for the presence of *Babesia* spp. The study results showed a total of 30.2% babesiosis spreading. The share of positive cases among males was 35.5 % (77 out of 217), and among females – 25.1 % (56 out of 223). According to the analysis results, the males had by 1.64 higher chances of a positive result, in comparison with the females (Odds Ratio = 1.64; 95 % CI: 1.09–2.47; $P < 0.05$). The chi-square test also showed a statistically significant difference between the groups ($\chi^2 = 5.6$; $P < 0.05$). The analysis using the Pearson xi-square criterion did not reveal a statistically significant difference between purebred dogs and mongrels in the frequency of positive results. The dogs aged 12–36 months (29.8 %) and older than 36 months (34.5 %) were most often affected. The risk of babesiosis infection increases with the age of dogs, and is particularly significant in the group older than 36 months (OR = 1.88; 95 % CI: 1.1–3.23; $P < 0.01$). The highest level of the infection prevalence (EI) was recorded in spring – 39.3 %, as well as in autumn – 35.1 %, which significantly exceeded the corresponding indicators in the summer period (18.4 %). Therefore, the priority should be given to these factors when introducing the infection control measures.

Keywords: spread, *Babesia canis*, protozoa, prevalence of infection, risk factors.

Поширення бабезіозу собак та фактори ризику у місті Полтава, Україна

Н. В. Калюжний | О. В. Кручиненко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Babesia spp. – це внутрішньоклітинні паразитичні організми, які вражають переважно еритроцити більшості ссавців, спричиняючи захворювання, відоме як бабезіоз, і передаються кліщами. Бабезіоз собак є потенційно смертельним та основним захворюванням собак в Україні. Метою цього дослідження було визначити поширення бабезіозу собак, базуючись на даних ветеринарної клініки «Айболить» у місті Полтава та виявити пов'язані з ним фактори ризику. Загалом у період з червня 2024 року по травень 2025 року було випадковим чином відібрано 440 собак, які поступали на клініку. Була записана інформація щодо статі, віку, породи та пори року відбору проб. Собак розподілили за такими віковими групами: група 1 – собаки (до 12 місяців), група 2 (12–36 місяців) та група 3 (старші 36 місяців). Породи були класифіковані як: породисті та метиси. Були підготовлені мазки крові, забарвлені барвником Лейкоциф 200 та досліджені під світловим мікроскопом на наявність *Babesia* spp. Результати досліджень показали загальне поширення бабезіозу 30,2 %. Частка позитивних випадків серед самців становила 35,5 % (77 із 217), а серед самок – 25,1 % (56 із 223). Згідно з результатами аналізу, самці мали в 1,64 раза вищі шанси на позитивний результат, порівняно з самками (Odds Ratio = 1,64; 95 % CI: 1,09–2,47; $P < 0,05$). Хі-квадрат тест також показав статистично значущу відмінність між групами ($\chi^2 = 5,6$; $P < 0,05$). Аналіз за критерієм хі-квадрат Пірсона не виявив статистично значущої різниці між породистими та метисами за частотою позитивних результатів. Найчастіше хворіли собаки 12–36-місячного віку (29,8 %) та старші 36 міс. (34,5 %). Ризик бабезіозної інфекції зростає з віком собак, і особливо значущий – у групі старше 36 місяців (OR = 1,88; 95 % ДІ: 1,1–3,23; $P < 0,01$). Найвищий рівень екстенсивності інвазії (ЕІ) було зафіксовано навесні – 39,3 %, а також восени – 35,1 %, що суттєво перевищувало відповідні показники в літній період (18,4 %). Тому пріоритет слід надавати цим факторам під час впровадження заходів боротьби з інфекцією.

Ключові слова: поширення, *Babesia canis*, найпростіші, екстенсивність інвазії, фактори ризику.**Бібліографічний опис для цитування:** Калюжний Н. В., Кручиненко О. В. Поширення бабезіозу собак та фактори ризику у місті Полтава, Україна. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 234–238.

Introduction

Canine babesiosis, also known as “malignant jaundice”, is a wide-spread and clinically significant disease caused by protozoan parasites of *Apicomplexa* Levine family, 1970 [15]. The disease is characterized by fever, splenomegaly, reduced appetite, weakness, indolence, generalized lymphadenopathy, anemia, hemoglobinuria, and collapse connected with intra- and extravascular hemolysis, hypoxic injury, systemic inflammation, thrombocytopenia, and pigmenturia [7]. The obligate intracellular apicomplexa protozoa of *Babesia* genus are classified by the morphological characteristics into large (3–5 µm in diameter) and small forms (1–3 µm in diameter) [4, 7]. Morphologically, *Babesia canis* is characterized as large (2.5–5.0 µm) [19].

According to meta-analysis data, the overall united spread of babesiosis in dogs made 12.0 % (95 % confidence interval [CI]: 9.7–14.6 %), with higher incidence rates observed among domestic dogs (13.9 %, 95 % CI: 10.4–18.0 %) in comparison with homeless or dogs in shelters (11.6 %, 95 % CI: 6.6–17.8 %). The cases of babesiosis in dogs were registered in 61 countries. The largest number of studies was conducted in India (29 publications). Among the countries, the highest pooled spread was found in Slovakia (90.8 %, 95 % CI: 82.6–94.8 %) and Bosnia and Herzegovina (82.5 %, 95 % CI: 73.0–89.7 %) [1].

Babesiosis is a potentially fatal and major disease of dogs in Nigeria. The results showed the overall spread of *Babesia canis* infection in 10.8 % of cases. Among the infected dogs, 13.7 % were female and 8.3 % were male. Dogs aged from 12 to 36 months had the highest (17.0 %) spread of infection, while dogs aged >60 months had the lowest one (4.5 %). Depending on the breed, the infection was more common among exotic dogs (12.9 %) than in crossbreeds (9.4 %). [13].

On the territory of Hong Kong, researchers found that in multi-measurable logistic regression, the dogs of mixed breeds were more likely to be infected than purebred ($P = 0.005$), while dogs > 10 years of age were less likely to be infected than younger dogs ($P = 0.019$) [11].

The spread of *Babesia* in dogs on the territory of Latin America and the Caribbean varied considerably depending on the parasite species and geographical location, with the values close to zero and made 26.2 % [14].

In Baghdad province (Iraq), the prevalence of infection caused by *Babesia canis* made 5.1 %. Higher rates of infestation were observed in male dogs and animals under three years of age. Husky dogs appeared to be more susceptible to the infection than other breeds. The peak spread was observed in April and June, with overall incidence rates higher in the spring and summer periods than in winter season [2].

On the whole, on the territory of Germany, 659 out of 20,914 dogs (3.2 %) were tested positive for *Babesia* spp. by PCR. Seasonality had a statistically significant effect on the test results: the share of positive cases was significantly higher in spring and autumn (4.7 %) in comparison with the summer and winter period (1.6 %), with peaks in April (5.2 %) and October (7.4 %) [$P < 0.001$; odds ratio (OR) = 3.16]. There was also a

significant effect of sex and age: among males, the detection frequency made 3.5 %, which was higher than among females (2.8 %) [$P = 0.012$; OR = 1.49], and in dogs under 7 years of age (4.0 %) the infection was recorded more frequently than in animals aged 7 years and older (2.3 %) [$P < 0.001$; OR = 1.76] [17].

Cases of co-infection in Ukraine were described in literature, in particular babesiosis and dirofilariasis. [12]. A comprehensive study of canine babesiosis in Vinnytsia region (Ukraine) showed that during the periods of increased activity of the *Dermacentor reticulatus* ixodid ticks (April–June and August–September), the infestation rate of dogs with *Babesia canis* and *Babesia gibsoni* reached 44.9 %, with the level of parasitemia varying from 0.5–2.5 % to 33 %. The highest parasitemia indicators (17–23 %) were registered in April–May among 154 dogs (16.5 %) with the clinical manifestations of moderate babesiosis. In animals with a mild form of the disease, parasitemia made 2.4–6 %. The cases of severe babesiosis were noted in 23 out of 1,326 dogs (1.73 %), with the level of parasitemia reaching 20–35 %. [9].

The analysis by breed showed that during the study period, the highest spread of babesiosis was observed among non-pedigree dogs (45.2 %). Among pedigree animals, the disease was most often detected in terriers (12.6 %), cocker spaniels (11.1 %), German shepherds (9.9 %), Central Asian shepherds (4.8 %) and assizes (2.1 %). The share of other breeds made 14.3 % [9].

The aim of the study

Therefore, the purpose of this study was to determine the spread of canine babesiosis based on the data from “Aibolyt” veterinary clinic in the city of Poltava and to identify the risk factors connected with it.

Materials and methods

The work was conducted during 2024–2025 in the laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expert Examination of Poltava State Agrarian University and in the conditions of “Aibolyt” veterinary clinic in the city of Poltava, Ukraine.

All 440 dogs were randomly selected from the clinic from June 2024 to May 2025. The information on sex, age, breed, and season of the year of sampling was recorded. The dogs were divided into the following age groups: group 1 – dogs under 12 months, group 2 (12–36 months), and group 3 (over 36 months). The breeds were classified as: purebred and mongrels.

Parasitological analyses were conducted immediately after each sampling according to the standard method [5]. Thin smears were prepared from blood samples, air-dried, and fixed in methanol for 3–5 minutes. The smears were stained using the Leucodif 200 kit (Erba Lachema, Czech Republic). Subsequently, they were examined under immersion magnification ($\times 1000$) using a MICROmed XS-3330 LED microscope with a 5.0 Mpix digital CCD video camera (China) for the presence of intra-erythrocytic *Babesia* merozoites. Morphometric parameters were determined using the Micam 3.0.6 program.

The main indicator of animal infestation by protozoan pathogens was the prevalence of infection (EI, %). Statistical processing of the obtained data was carried out on a personal computer using the MedCalc Statistical Software version 20.216 software (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium). The results are expressed in percentages and presented in the form of tables. After that, chi-square analysis was conducted. To assess the risk factors concerning gender and breed, the odds ratio was used at 95 % confidence interval. For age and season, the calculation was conducted using the logistic regression method. $P < 0.05$ values were considered significant.

Results and discussion

Of the 440 dogs sampled 133 (30.2 %) were tested positive for *Babesia canis* in blood smears. *Babesia* species was identified morphologically as typical pear-shaped bodies in the erythrocytes of infected dogs (**Fig. 1**).



Fig. 1. Intra-erythrocytic merozoite of *Babesia* in smears stained with Leucodyph 200, showing pear-shaped bodies with basophilic cytoplasm, from dogs

According to **Table 1**, as to comparing the chances of obtaining a positive result depending on the gender (males and females) the share of positive cases among males made 35.5 % (77 out of 217), and among females – 25.1 % (56 out of 223). According to the results of the

analysis, the males had by 1.64 times higher chances of a positive result in comparison with the females (Odds Ratio = 1.64; 95 % CI: 1.09-2.47; $P < 0.05$). The chi-square test also showed a statistically significant difference between the groups ($\chi^2 = 5.6$; $P < 0.05$).

Table 1

Spread of babesiosis invasion among dogs depending on gender

Sex	Number of dogs (n=440)	Positive	EI, %	Odds ratio	95% CI
Males	217	77	35.5	1.64	1.09–2.47
Females	223	56	25.1		
$\chi^2 = 5.6$ DF=1, $P < 0.05$					

The analysis according to the criterion of Pearson's chi-square test did not reveal any statistically significant difference between purebred dogs and mongrels in the frequency of positive results ($\chi^2 = 0.261$; $P > 0.05$). There was also no statistical difference in the odds ratio indicator (**Table 2**).

Table 2

Spread of babesiosis invasion among dogs depending on breed

Breed	Number of dogs (n=440)	Positive	EI, %	Odds ratio	95% CI
Pedigree	200	58	29.0	0.9	0.6–1.35
Mongrels	240	75	31.2		
$\chi^2 = 0.261$ DF=1, $P > 0.05$					

According to the obtained results (**Table 3**), dogs older than 36 months have by 88 % higher chances of infestation in comparison with young animals (up to 12 months). The share of positive cases among the dogs in the age group older than 3 years was 34.5 % (70 out of 203), and the lowest level was among the youngest animals under 12 months of age – 21.9 % (21 out of 96). The chi-square test also showed a statistically significant difference between the groups ($\chi^2 = 4.91$; $P < 0.05$).

Table 3

The spread of babesiosis invasion among dogs depending on age

Age	Number of dogs (n=440)	Positive	EI, %	Odds ratio	95% CI
Up to 12 months	96	21	21.9	–	–
12–36 months	141	42	29.8	1.51	0.83–2.77
Older than 36 months	203	70	34.5	1.88	1.1-3.23
$\chi^2 = 4.91$ DF=1, $P < 0.05$					

According to the results of the analysis (**Table 4**), a statistically significant dependence was found between the season of the year and the probability of obtaining a positive result ($\chi^2 = 10.6$; DF = 2; $P < 0.01$). The highest level of the prevalence of infection (EI) was recorded in spring – 39.3 %, and in autumn – 35.1 %, which significantly exceeded the corresponding indicators in the

summer period (18.4%). In autumn, the chances of obtaining a positive result were 2.4 times higher in comparison with summer (OR = 2.4; 95 % CI: 1.23–4.66; P<0.01). In spring, this indicator was even higher – by 2.88 times in comparison with the summer period (OR = 2.88; 95 % CI: 1.53–5.42; P<0.01).

Table 4
The spread of *babesiosis* invasion among dogs depending on the season

Season	Number of dogs (n=440)	Positive	EI, %	Odds ratio	95% CI
Summer	87	16	18.4	–	–
Autumn	114	40	35.1	2.4	1.23–4.66
Winter	89	18	20.2	1.12	0.53–2.38
Spring	150	59	39.3	2.88	1.53–5.42

$\chi^2 = 10.6$
DF=2, P<0.01

Thus, spring and autumn seasons of the year are associated with a significantly higher risk of a positive result, which may indicate seasonal peculiarities of the pathogen circulation. This is coordinated with tick biology – the peak activity often occurs in spring and autumn.

Global climate changes in the recent decades have caused an increase in the activity and spread of many diseases, in particular, canine babesiosis [3]. The key risk factors for infecting with large species of *Babesia* spp. are living in rural areas, animals being kept in kennels or shelters, staying in regions endemic for the infection, seasonality (which is caused by the increased tick activity), the presence of ticks on the animal body, and the lack of acaricidal treatment [20]. In our studies, the most significant risk factors were: sex, age of animals and seasonality. Our data are similar to those ones of scientists who analyzed the incidence of babesiosis in animals taking into account sex. It was proven that the infestation rate in males was by 30.6 % higher than in females [16]. Among the dogs infected with babesiosis, males predominated over females by 20 %. The highest incidence rate was found in animals aged from 2 to 3 years (11.1–16 %). With the age, there is a steady trend towards a decrease in susceptibility to the infection. Concerning the breed, non-pedigree dogs (20.9 %), as well as German shepherds (13.9 %) and Rottweilers (7.5 %) are most often affected [10].

Babesiosis is a wide-spread disease among domestic dogs in Kyiv, detected in 20.5 % of the examined animals. The incidence and level of infesting dogs with *Babesia canis* pathogen increased in the warm season. The largest number of the invasion cases is registered in April-May, which is due to the increased biological activity of ticks – the main carriers of the disease, the activity of which depends on the environmental temperature. It has also been determined that the level of infestation varies depending on the season. The seasonal dynamics of *B. canis* is characterized by the peak values in spring and autumn, which is directly connected with the periods of increased activity of ixodid ticks [18]. The

similar results were obtained in the process of the study, but the EI was somewhat higher (30.2 %).

Based on the analysis of the epizootic situation regarding canine babesiosis in the city of Zhytomyr during 2018–2022, the trend towards an increase in the number of cases of the disease was registered. In particular, in 2018, 526 diseased animals (23.1 %) were detected among 2,278 examined dogs, and in 2019 – 700 infected dogs (24.9 %) out of 2,812 animals. The similar incidence rates were recorded in the following years. On the average, over a five-year period, babesiosis was detected in 25.2 % of dogs out of a total number of 13,886 examined [6].

The spring sharp increase in the disease incidence in the city of Poltava over the analyzed years falls on April (29 %) and May (23.7 %), while in the summer season only 8.7 % of cases are recorded. The autumn maximum of the disease is noted in September (14.5 %) and October (8.1 %) [8]. In our studies, the EI was the highest in autumn (35.1 %) and spring (39.3 %). According to the obtained results, the highest risk of dogs being infested with *Babesia canis* is in spring and autumn in comparison with summer and winter months.

Conclusions

Canine babesiosis in the city of Poltava is quite a wide-spread disease (30.2 % of the total number of all examined animals). Dogs aged 12–36 months (29.8 %) and older than 36 months (34.5 %) are most often affected. The risk of babesiosis infection increases with the age of dogs, and is especially significant in the group older than 36 months (OR = 1.88; 95 % CI: 1.1–3.23; P<0.01). The males were by 27.3 % more likely to get ill in comparison with the females (OR = 1.64; 95 % CI: 1.09–2.47; P<0.05). The highest level of the prevalence of infection (EI) was recorded in spring – 39.3 %, as well as in autumn – 35.1 %, which considerably exceeded the corresponding indicators in the summer period (18.4 %). Thus, when introducing measures to control babesiosis, these factors should be prioritized.

Prospects for further research. In our further research, we plan to study the clinical signs as well as morphological and biochemical changes in the blood of dogs infected with babesiosis.

Conflict of interest

The authors state that there is no conflict of interest.

References

1. Abdoli, A., Olfatifar, M., Badri, M., Zaki, L., Bijani, B., Pirestani, M., Hatam-Nahavandi, K., Eslahi, A. V., & Karanis, P. (2024). A global systematic review and meta-analysis on the babesiosis in dogs with special reference to *Babesia canis*. *Veterinary Medicine and Science*, 10 (3), e1427. <https://doi.org/10.1002/vms3.1427>

2. Badawi, N. M., & Yousif, A. A. (2020). *Babesia canis* spp. in dogs in Baghdad Province, Iraq: First molecular identification and clinical and epidemiological study. *Veterinary World*, 13 (3), 579–585. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.579-585>

3. Bilokur, D., Semenko, O., & Gryshchenko, V. (2023). Dogs' general response to babesiosis infection of various severities. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 14 (4), 59–73. <https://doi.org/10.31548/veterinary4.2023.59>
4. Birkenheuer, A. J. (2021). Babesiosis. *Greene's Infectious Diseases of the Dog and Cat*, 1203–1217. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-50934-3.00097-5>
5. Hendrix, C. M., & Robinson, E. (2006). *Parasitology diagnostic for veterinary technicians. 3rd Edition*, Mosby Elsevier, St. Louis.
6. Horalska, I. Yu., Horalskyi, L. P., Sokulskyi, I. M., & Kolesnik, N. L. (2024). *Canine babesiosis (hepatorenal syndrome – diagnosis and treatment): Monograph*. Zhytomyr: Polissia National University
7. Irwin, P. J. (2009). Canine babesiosis: from molecular taxonomy to control. *Parasites & Vectors*, 2 (Suppl 1), S4. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-2-s1-s4>
8. Kurman, A. F., Mokryi, Yu. O., Grubich, P. Yu., & Lepeta, L. V. (2011). Epizootological monitoring of babesiosis in dogs in the city of Poltava. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2, 112–113. [in Ukrainian]
9. Levyt'ska, V., Lishchuk, S., Kovalova, O., & Dobrovolskyi, V. (2024). Vyvchennia dynamiky babeziozu u sobak: sezonni variatsii, porodni osoblyvosti ta patolohichni uskladnennia. *Collection of Scientific Papers «ΛΟΗΟΣ»*, (November 15, 2024), 112–117. <https://doi.org/10.36074/logos-15.11.2024.026>
10. Mokryi, Y., & Ksyonz, I. (2017). Epizootology monitoring of babesial invasion among dogs in Poltava. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19 (73), 149–153. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7331>
11. Muguiro, D. H., Nekouei, O., Lee, K. Y., Hill, F., & Barrs, V. R. (2023). Prevalence of Babesia and Ehrlichia in owned dogs with suspected tick-borne infection in Hong Kong, and risk factors associated with *Babesia gibsoni*. *Preventive Veterinary Medicine*, 214, 105908. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2023.105908>
12. Mushynskyi, A. B., Suprovych, T. M., Prosyanyi, S. B., Savchuk, L. B., & Betlinska, T. V. (2024). Case of vector-borne coinfection in a dog. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 7 (2), 67–71. <https://doi.org/10.32718/ujvas7-2.10>
13. Obeta, S. S., Ibrahim, B., Lawal, I. A., Natala, J. A., Ogo, N. I., & Balogun, E. O. (2020). Prevalence of canine babesiosis and their risk factors among asymptomatic dogs in the federal capital territory, Abuja, Nigeria. *Parasite Epidemiology and Control*, 11, e00186. <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2020.e00186>
14. Panti-May, J. A., & Rodríguez-Vivas, R. I. (2020). Canine babesiosis: A literature review of prevalence, distribution, and diagnosis in Latin America and the Caribbean. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 21, 100417. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100417>
15. Penzhorn, B. L., Vorster, I., Harrison-White, R. F., & Oosthuizen, M. C. (2017). Black-backed jackals (*Canis mesomelas*) are natural hosts of *Babesia rossi*, the virulent causative agent of canine babesiosis in sub-Saharan Africa. *Parasites & Vectors*, 10 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2057-0>
16. Prus, M. P., Semenko, O. V., & Halat, M. V. (2017). *Babesiosis in dogs. Monograph*. Kyiv: TsP "KOMPRINT"
17. Schäfer, I., Helm, C. S., von Samson-Himmelstjerna, G., Krücken, J., Kottmann, T., Holtdirk, A., Kohn, B., Hendrickx, G., Marsboom, C., & Müller, E. (2023). Molecular detection of *Babesia* spp. in dogs in Germany (2007–2020) and identification of potential risk factors for infection. *Parasites & Vectors*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-023-06005-7>
18. Semenko, O. V., Galat, M. V., Shcherbak, O. V., Galat, V. F., & Shulga, I. V. (2017). Peculiarities of dog babesiosis distribution in Kyiv city. *Vestnik Zoologii*, 51 (6), 493–498. <https://doi.org/10.1515/vzoo-2017-0059>
19. Zygner, W., Gójska-Zygner, O., Baska, P., & Długosz, E. (2014). Increased concentration of serum TNF alpha and its correlations with arterial blood pressure and indices of renal damage in dogs infected with *Babesia canis*. *Parasitology Research*, 113 (4), 1499–1503. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-3792-1>
20. Zygner, W., Gójska-Zygner, O., Bartosik, J., Górski, P., Karabowicz, J., Kotowski, G., & Norbury, L. J. (2023). Canine Babesiosis caused by large Babesia species: Global prevalence and risk factors – A review. *Animals*, 13 (16), 2612. <https://doi.org/10.3390/ani13162612>

ORCID

N. Kaliuzhnyi 

<https://orcid.org/0009-0004-3576-4606>

O. Kruchynenko 

<https://orcid.org/0000-0003-3508-0437>



2025 by the author(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.

Modern methods of visualization in the study and diagnostics of animal mammary glands diseases

T. Kot[✉] | S. Huralska | I. Sokulskiy | S. Zaika | Yu. Kovalchuk | G. Gryshchuk | L. Yevtukh

Article info

Correspondence Author

T. Kot

E-mail:

tkotvet@ukr.net

Polissia National University,
Saryi Blvd., 7, Zhytomyr,
10008, Ukraine

Citation: Kot, T., Huralska, S., Sokulskiy, I., Zaika, S., Kovalchuk, Yu., Gryshchuk, G., & Yevtukh, L. (2025). Modern methods of visualization in the study and diagnostics of animal mammary glands diseases. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 239–244. doi: 10.31210/spi2025.28.03.36

The purpose of the article is to analyze modern visualization methods used to diagnose mammary glands diseases in animals of various species, as well as to assess the methods' advantages, limitations and prospects for use. Mammary glands diseases in animals are one of the most pressing problems of veterinary medicine and livestock farming. Mastitis remains the most wide spread pathology, which is mainly registered in cows, goats and sheep, negatively affecting the productivity, animal welfare and economic indicators of the dairy industry. Another significant group of pathologies are breast neoplasms, which are especially well studied in dogs and cats. Timely detection of mastitis and tumors is crucial for the effective treatment and prevention of complications. Electronic literature search has been conducted in the Web of Science, Scopus, PubMed and Google Scholar databases over the recent 20 years following the principles of objectivity and system analysis. The possibilities of ultrasound diagnostics, radiography, computer and magnetic resonance imaging, as well as the latest technologies, in particular elastography and contrast-enhanced ultrasonography were considered in the article. It was found that among farm animals, the most common is ultrasound examination of the mammary glands, which is characterized by mobility, rapid obtaining of results in real time and the absence of the need for anesthesia. This method is effectively used to detect subclinical mastitis, monitor the course of the disease, and determine the optimal time to start therapy. The final diagnosis is confirmed by microbiological examination of milk. Other visualization techniques, such as radiography, computered and magnetic resonance imaging are used less frequently, mainly to assess normal anatomy or in studies aimed at comparing it with diagnostic methods in humans. In small animals, mammary glands neoplasms are diagnosed using ultrasound, radiography and computered imaging, followed by histo-pathological verification. Doppler imaging, contrast-enhanced ultrasonography, and elastography are used to differentiate non-malignant and malignant tumors. Of particular importance is the visualization of lymph nodes and detection of metastases using elastographic methods. Magnetic resonance and positron emission imaging are considered promising areas, however their widespread introduction into the clinical practice is limited by a high cost of equipment.

Keywords: animal mammary glands, veterinary diagnostics, pathology, mastitis, milk, tumors, animal welfare.

Сучасні методи візуалізації у вивченні та діагностиці захворювань молочних залоз тварин

Т. Ф. Кот | С. В. Гуральська | І. М. Сокульський | С. С. Заїка | Ю. В. Ковальчук | Г. П. Грищук | Л. Г. Євтух

Поліський національний
університет,
м. Житомир, Україна

Метою статті є аналіз сучасних методів візуалізації, що застосовуються для діагностики захворювань молочних залоз у тварин різних видів, а також оцінка їхніх переваг, обмежень і перспектив використання. Захворювання молочних залоз у тварин є однією з актуальних проблем ветеринарної медицини та тваринництва. Найпоширенішою патологією залишається мастит, який переважно реєструється у корів, кіз та овець, негативно впливаючи на продуктивність, благополуччя тварин і економічні показники молочної галузі. Іншу значну групу патологій складають новоутворення молочних залоз, що особливо добре вивчені у собак і котів. Своєчасне виявлення маститу та пухлин має вирішальне значення для ефективного лікування та запобігання ускладненням. Електронний пошук літератури проведено в базах даних Web of Science, Scopus, PubMed і Google Scholar за останні 20 років із дотриманням принципів об'єктивності та системного аналізу. У статті розглянуто можливості ультразвукової діагностики, рентгенографії, комп'ютерної та магнітно-резонансної томографії, а також новітніх технологій, зокрема еластографії та контрастно-підсиленої ультразвукографії. Встановлено, що у сільськогосподарських тварин найпоширенішим є ультразвукове дослідження молочних залоз, яке відзначається мобільністю, швидким отриманням результатів у режимі реального часу та відсутністю потреби в анестезії. Цей метод ефективно використовується для виявлення субклінічного маститу, моніторингу перебігу захворювання та визначення оптимального часу початку терапії. Остаточна діагностика підтверджується шляхом мікробіологічного дослідження молока. Інші методи візуалізації, зокрема рентгенографія, комп'ютерна та магнітно-резонансна томографія, використовуються рідше, переважно для оцінки нормальної анатомії або в дослідженнях, орієнтованих на порівняння з методами діагностики у людей. У дрібних тварин новоутворення молочних залоз діагностують за допомогою ультразвуку, рентгенографії та комп'ютерної томографії з подальшою гістопатологічною верифікацією. Для диференціації доброякісних і злоякісних пухлин застосовуються доплерографія, контрастно-підсилена ультразвукографія та еластографія. Особливе значення має візуалізація лімфатичних вузлів і виявлення метастазів з використанням еластографічних методів. Магнітно-резонансна та позитронно-емісійна томографія розглядаються як перспективні напрями, однак їх широке впровадження в клінічну практику обмежується високою вартістю обладнання.

Ключові слова: молочні залози тварин, ветеринарна діагностика, патологія, мастит, молоко, пухлини, благополуччя тварин.

Бібліографічний опис для цитування: Кот Т. Ф., Гуральська С. В., Сокульський І. М., Заїка С. С., Ковальчук Ю. В., Грищук Г. П., Євтух Л. Г. Сучасні методи візуалізації у вивченні та діагностиці захворювань молочних залоз тварин. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 239–244.

Молочні залози є органом-мішенню для гормонів – пролактину, естрогену та прогестерону, що синтезуються в гіпоталамусі, гіпофізі, щитоподібній залозі, яєчниках [27, 29]. Її стан слугує важливим індикатором загального гормонального здоров'я жінки та потребує постійного медичного нагляду через високу частоту патологій, зокрема мастопатій і злоякісних новоутворень. У ветеринарній медицині найпоширенішими захворюваннями молочних залоз є мастит у корів, кіз та овець [28, 37, 47], а також пухлини молочних залоз у собак і котів [19, 44, 51]. Своєчасне виявлення симптомів та призначення адекватної терапії є критично важливими для одужання і збереження функціональності молочних залоз [23, 38]. Оцінка анатомічних особливостей, структури та фізіологічних процесів у молочних залозах можлива завдяки використанню сучасних методів візуалізації. Основні методи, що застосовуються у ветеринарній практиці, включають комп'ютерну томографію, позитронно-емісійну томографію, магнітно-резонансну томографію, а також різні ультразвукові технології, зокрема В-режимну ультрасонографію, доплерографію, контрастно-підсилену ультрасонографію, тривимірну ультрасонографію та еластографію [14, 17, 38, 45]. Комп'ютерна томографія та магнітно-резонансна томографія надають переважно структурну інформацію, тоді як позитронно-емісійна томографія дозволяє оцінити функціональні характеристики тканин і органів. Комбіноване застосування позитронно-емісійної томографії і комп'ютерної томографії забезпечує поєднання функціональної та анатомічної інформації, що підвищує точність діагностики [3]. Доплерографія, контрастна ультрасонографія, 3D-ультразвук та еластографія є неінвазивними, швидкими та доступними методами, які дають змогу оперативно виявляти патології молочної залози. Водночас, між цими методами існують відмінності у діагностичній чутливості та специфічності [14].

В охороні здоров'я людини існують чітко регламентовані протоколи діагностичної візуалізації для оцінки стану молочних залоз [21]. Проте у ветеринарній медицині подібні протоколи поки що не розроблені. На сьогодні запропоновано лише окремий алгоритм для оцінки лімфатичних вузлів у собак із пухлинами молочних залоз [49].

Для проведення літературного аналізу було здійснено електронний пошук наукових публікацій у базах даних Web of Science, Scopus, PubMed та Google Scholar. За пошуку використовували такі ключові терміни: «молочна залоза», «мастит», «пухлини», «тварини», «комп'ютерна томографія», «контрастування», «доплерографія», «магнітно-резонансна томографія», «позитронно-емісійна томографія», «ультразвукове дослідження», «тривимірне дослідження», «еластографія». Пошукова стратегія передбачала використання різних комбінацій зазначених термінів. З метою забезпечення актуальності аналізу було враховано лише наукові роботи, опубліковані українською та англійською мовами впродовж останніх 20 років. Дослідження проводилося з дотриманням принципів об'єктивності та

системного підходу до вивчення проблеми застосування методів візуалізації у дослідженні та діагностиці захворювань молочних залоз тварин.

Комп'ютерна томографія – сучасний метод візуалізації з високою просторовою роздільною здатністю та помірною контрастністю тканин. Рентгівське джерело обертається навколо тіла тварини, формуючи серію знімків для побудови тривимірного зображення. Промені проходять крізь тканини та послаблюються залежно від їхньої щільності. У ветеринарії дослідження проводять під наркозом, часто використовуючи модифіковане обладнання для людей [3, 25]. У спеціальній літературі є дані про комп'ютерно-томографічну візуалізацію у великої рогатої худоби з метою оцінки розвитку молочної залози телиць як засобу прогнозування виробництва молока [38]. Щодо домашніх тварин, комп'ютерна томографія використовують для діагностики пухлин молочної залози сук за рахунок високої чутливості у виявленні потенційних метастазів [8, 26, 38]. Перевагами комп'ютерної томографії є висока просторова роздільна здатність і точність отриманих зображень, а до недоліків цієї методики належать низька контрастність м'яких тканин, використання іонізуючого випромінювання, обмежена доступність обладнання та висока вартість [2, 3].

Позитронно-емісійна томографія – це відносно новий метод візуалізації, який застосовується переважно у домашніх тварин і може надати інформацію про функціональні процеси організму в трьох вимірах. Для цього обстеження необхідне внутрішньовенне введення радіоактивно мічених трасерів, тоді як специфічні трасери позитронно-емісійної томографії наразі використовуються для оцінки специфічних метаболічних процесів, наприклад, метаболізму глюкози, використання кисню або об'єму крові [45]. У сільськогосподарських тварин позитронно-емісійну томографію не застосовувався в діагностиці. Проте у домашніх тварин цей метод використовують для дослідження пухлин молочної залози [45]. Sánchez et al. (2019) стандартизували максимальне значення поглинання глюкози та співвіднесли його з розміром пухлин. Вони встановили, що мінімальний розмір пухлини, необхідний для виявлення злоякісних уражень за цим показником, становить 1,5 см. При цьому значення поглинання глюкози понад 2 забезпечувало 100 % чутливість щодо злоякісності. Однак кореляції між максимальним значенням поглинання глюкози та гістологічним підтипом або ступенем злоякісності не виявлено [45]. До недоліків позитронно-емісійної томографії належать обмежена анатомічна інформація, низька чутливість дорогого обладнання, обмежена доступність обладнання та необхідність використання радіоактивних трасерів [3].

Магнітно-резонансна томографія забезпечує детальні зображення з кращим контрастом м'яких тканин порівняно з комп'ютерною томографією. Принцип методу полягає у використанні потужного

магнітного поля для вирівнювання ядерної намагніченості атомів водню, присутніх у тканині тіла досліджуваної тварини [3, 32, 42]. Під час обстеження тварини повинні перебувати під анестезією, що полегшує маніпуляції та скорочує тривалість процедури. Перед дослідженням молочні залози необхідно видалити, особливо у жуйних, щоб уникнути компресії та отримати чітку візуалізацію паренхіми. У домашніх тварин методика виконується відповідно до принципів мамографії людини [17]. У домашніх тварин для оцінки морфологічних характеристик пухлин (розміру, форми та структури тканин) молочної залози собак застосовують статичну магнітно-резонансну томографію, тоді як динамічна магнітно-резонансна томографія з контрастним підсиленням дає можливість дослідити фізіологічні властивості пухлин [17]. Переваги магнітно-резонансної томографії включають високу просторову роздільну здатність (до 1 мм), відмінний контраст м'яких тканин та відсутність потреби у використанні рентгенівського випромінювання або радіоактивних трасерів [3]. За даними Aristokli et al. (2022), магнітно-резонансна томографія забезпечує високу чутливість (94,6 %) та специфічність (74,2 %) у діагностиці раку молочної залози порівняно з ультразвуковим дослідженням і мамографією [4]. Серед недоліків методу – висока вартість обладнання та обмежена його доступність [3].

Ультразвукова доплерографія застосовується для оцінки кровотоку в молочній залозі, зокрема визначення характеру та швидкості руху крові й виявлення можливих патологій. Метод ґрунтується на ефекті Доплера – зміні частоти ультразвукових хвиль, що відбиваються від рухомих об'єктів, таких як еритроцити [24]. Як зазначено у [40], під час оцінки васкуляризації за допомогою спектрального доплера важливу роль відіграють налаштування обладнання. Зокрема, кут між доплерівським променем і довгою віссю судини («кут Доплера») не повинен перевищувати 60°; коефіцієнт посилення кольору слід налаштувати так, щоб колір відображався лише всередині судини; частоту повторення імпульсів необхідно оптимізувати для запобігання «феномену накладання». Характеристика картини кровотоку (ламінальний чи турбулентний потік, високий чи низький опір) є важливими показниками для діагностики патології молочних залоз. Аналіз кровотоку також може застосовуватися для оцінки ефективності протисудинної терапії [1]. Щодо неоплазії молочних залоз, доплерівське дослідження використовують для кількісної оцінки перфузії паренхіми та васкуляризації неопластичних тканин, а також для диференціації злоякісних і доброякісних уражень [10].

Під час ультразвукової доплерографії сільськогосподарських тварин фіксують у положенні стоячи. Тварин-компаньйонів укладають на бік. Сedaція зазвичай не потрібна [17, 40]. У спеціальній літературі є дані про моніторинг і оцінку кровотоку молочної залози проводили у здорових лактуючих та сухостійних корів, телиць, вівцематок та кіз [7, 48]. Щодо патологій, повідомляється про застосування

доплерівського ультразвукового дослідження молочної залози у кіз та овець при маститі [7, 46]. Доплерографія надмолочних лімфатичних вузлів може надати важливу інформацію щодо інфекцій у корів [43]. Використання цього методу для діагностики та контролю маститу у собак описано Balaci et al. (2015) [5] і Träsch et al. (2007) [50], які застосовували доплерографію для оцінки ефективності протоколів лікування. Згідно з даними [14, 15, 35, 48], доплерівське ультразвукове дослідження може допомогти у прогнозуванні злоякісності пухлин молочної залози собак, хоча його чутливість і специфічність залишаються помірними.

Перевагами доплерівської ультрасонографії є можливість отримання інформації про васкуляризацію та гемодинаміку кровотоку молочної залози в режимі реального часу, а також доступна вартість обладнання. До недоліків належить обмежена здатність виявляти дрібні ураження або мікрокальцифікати, що може зумовлювати хибно-негативні результати при діагностиці пухлин у домашніх тварин [39, 40].

Контрастно-підсилене ультразвукове дослідження є сучасним методом візуалізації, який останніми роками активно впроваджується для оцінки пухлин молочних залоз у людей і тварин [34, 36]. Для його проведення ультразвукове обладнання повинно бути оснащено спеціалізованим програмним забезпеченням, яке дозволяє здійснювати візуалізацію з використанням вторинних гармонік та інверсного імпульсу. Обов'язковим компонентом процедури є введення контрастної речовини. Як контрастний агент застосовуються мікробульбашки, які повинні відповідати певним критеріям: бути стабільними, стійкими до зовнішнього тиску, а також забезпечувати мінімальну розчинність і низьку дифузію газу в кров [36]. Сучасні мікробульбашки мають малий діаметр (1–10 мкм), вкриті білковою, ліпідною або полімерною оболонкою і заповнені інертним, відносно нерозчинним газом [14, 35]. Контрастну речовину вводять внутрішньовенно через яремну вену [36, 52].

Контрастно-підсилене ультразвукове дослідження використовується в медицині для прогнозування характеру уражень молочних залоз, що дає змогу зменшити кількість біопсій, необхідних для встановлення діагнозу [21, 31]. Дослідження, проведені на сільськогосподарських тваринах, показали, що знижена перфузія контрастної речовини в паренхіму молочної залози овець корелює зі зменшенням об'єму функціональної тканини при хронічних ураженнях залози [36]. У дрібних домашніх тварин цей метод досліджено на прикладі молочних залоз і пахвинних лімфатичних вузлів здорових собак на різних стадіях естрального циклу [52], а також у собак із пухлинами молочних залоз [49]. Крім того, контрастну речовину вводили черезшкірно безпосередньо в тканину молочної залози собак з метою моделювання патологічного процесу [18].

До переваг контрастно-підсиленого ультразвукового дослідження належить можливість

візуалізації процесу ангіогенезу та оцінки кровотоку у функціональних судинах [30], що є важливою складовою при дослідженні пухлин молочних залоз. Серед недоліків методу – обмежена здатність до виявлення дрібних уражень і низька специфічність, яка становить лише 16,7 % [14].

Тривимірна (3D) ультрасонографія – це відносно новий метод візуалізації, який наразі має обмежене застосування у ветеринарній практиці для дослідження молочних залоз тварин [16, 22]. Водночас у медицині людини він широко використовується, зокрема під час біопсії молочних залоз або для анатомічного контролю під час хірургічного втручання з видалення новоутворень [53]. Для проведення цього дослідження використовується «об'ємний перетворювач» – сучасний датчик із вбудованим механічним приводом, системою позиціонування та механізмом автоматичного сканування. Під час процедури перетворювач залишається нерухомим, тоді як активні елементи датчика автоматично здійснюють сканування в межах визначеної оператором об'ємної області інтересу.

Головною перевагою тривимірної ультрасонографії є підвищена точність у диференціації доброякісних і злоякісних новоутворень у порівнянні з двовимірним методом (2D), що зумовлено отриманням розширеної морфологічної інформації про судинне русло [9]. До недоліків слід віднести високу вартість обладнання та потребу у спеціальній підготовці персоналу для коректного використання методики [22].

Еластографія – це ультразвуковий метод, який застосовується для оцінки еластичності та жорсткості тканин. Відомо, що еластичність тканин, навіть у межах одного органа, може змінюватися залежно від фізіологічного стану або наявності патологічного процесу. Ці зміни можна візуалізувати завдяки спеціальному програмному забезпеченню, інтегрованому в сучасні ультразвукові системи [33].

Під час дослідження спочатку фіксуються оцифровані радіочастотні ехо-сигнали від тканини у її природному стані – без прикладання зовнішнього тиску. Далі на тканину вздовж осі випромінювання спрямовується контрольована компресія за допомогою ультразвукового перетворювача, після чого фіксується другий сигнал. Отримані до- та після-компресійні ехо-лінії обробляються системою, внаслідок чого формується еластограма – графічне зображення розподілу жорсткості тканини [20]. В еластографії реального часу жорсткість тканин відображається у кольоровій шкалі: сині ділянки відповідають м'яким, більш еластичним тканинам, тоді як червоні – більш жорстким, зниженої еластичності [14].

У ветеринарній практиці метод акустичної променевої імпульсної візуалізації найчастіше застосовується для оцінки пухлин молочних залоз у собак і котів [12, 13, 14]. У дослідженні Feliciano et al. [13] результати еластографії порівнювали з гістопатологічною класифікацією карцином за типом та ступенем

злаякісності. Було встановлено, що метод із помірною точністю дозволяє ідентифікувати карциноми II та III ступеня. Водночас чутливість методу недостатня для точного розрізнення складних і специфічних гістологічних типів новоутворень [13, 20]. Попри певні обмеження, еластографія вважається перспективним інструментом у ветеринарній онкології, зокрема як допоміжний метод для оцінки потенційної злаякісності пухлин молочних залоз у собак [14, 41]. Проте в багатьох випадках біопсія залишається необхідним етапом остаточної діагностики [6].

Висновки

Метою проведеного огляду було здійснення аналізу сучасних методів візуалізації, що застосовуються для діагностики захворювань молочних залоз у тварин різних видів, а також надання оцінки їхніх переваг, обмежень і перспектив використання.

Сучасні методи візуалізації, які характеризуються високою точністю, інформативністю та мінімальною інвазивністю, відіграють ключову роль у поглибленому вивченні морфофункціонального стану молочних залоз тварин, що, значно підвищує ефективність ранньої діагностики, моніторингу патологічних змін і вибору оптимальних підходів до лікування та профілактики захворювань.

За маститу в сільськогосподарських тварин ультразвукове дослідження із застосуванням доплерографії, контрастно-підсиленої ультрасонографії або еластографії може бути використане як первинний метод діагностики клінічних і субклінічних форм захворювання, а також для визначення подальшої терапевтичної тактики, але остаточне підтвердження діагнозу вимагає проведення бактеріологічного аналізу зразків молока. Натомість за пухлин молочних залоз у дрібних домашніх тварин доцільним є комбінування методів візуалізації. На початковому етапі здійснюється оцінка поширеності новоутворення, ступеня його васкуляризації та структурних характеристик за допомогою доплерографії. Надалі для отримання детальної анатомічної інформації можуть бути використані комп'ютерна або магнітно-резонансна томографія, а для оцінки метаболічної активності тканин – позитронно-емісійна томографія. Остаточний діагноз встановлюється на основі біопсії з подальшим гістопатологічним аналізом, бажано під контролем ультразвукового дослідження при дрібних або непальпованих утвореннях.

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у розробці стандартів для інтерпретації результатів візуалізації у ветеринарній практиці, що підвищить точність діагностики і дозволить проводити раннє виявлення змін на доклінічному етапі.

Конфлікт інтересів

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

References

- Abma, E., Stock, E., De Spiegelaere, W., Van Brantegem, L., Vanderperren, K., Ni, Y., Vynck, M., Daminet, S., De Clercq, K., & de Rooster, H. (2019). Power Doppler ultrasound and contrast-enhanced ultrasound demonstrate non-invasive tumour vascular response to anti-vascular therapy in canine cancer patients. *Scientific Reports*, 9 (1), 9262. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45682-2>
- Akers, R. M. (2017). A 100-Year Review: Mammary development and lactation. *Journal of Dairy Science*, 100 (12), 10332–10352. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12983>
- Olsen Alstrup, A. K., & Winterdahl, M. (2009). Imaging techniques in large animals. *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, 36 (1), 55–66.
- Aristokli, N., Polycarpou, I., Themistocleous, S. C., Sophocleous, D., & Mamais, I. (2022). Comparison of the diagnostic performance of Magnetic Resonance Imaging (MRI), ultrasound and mammography for detection of breast cancer based on tumor type, breast density and patient's history: A review. *Radiography*, 28 (3), 848–856. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2022.01.006>
- Balaci, I. M., Ciupe, S., Pop, A. R., Parlapan, L., Arion, A., Vasiiu, I., Purdoi, R., Papuc, I., & Groza, I. S. (2015). Ultrasonographic findings of mastitic and normal mammary gland in bitches. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 72 (1), 110–116. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:11018>
- Balleyguier, C., Ciolovan, L., Ammari, S., Canale, S., Sethom, S., Al Rouhbane, R., Vielh, P., & Dromain, C. (2013). Breast elastography: The technical process and its applications. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 94 (5), 503–513. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2013.02.006>
- Barbagianni, M. S., Mavrogiani, V. S., Vasileiou, N. G. C., Fthenakis, G. C., & Petridis, I. G. (2017). Ultrasonographic examination of the udder in sheep. *Small Ruminant Research*, 152, 86–99. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.009>
- Boone, J. M., Kwan, A. L. C., Yang, K., Burkett, G. W., Lindfors, K. K., & Nelson, T. R. (2006). Computed tomography for imaging the breast. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 11 (2), 103–111. <https://doi.org/10.1007/s10911-006-9017-1>
- Chen, D.-R., & Lai, H.-W. (2011). Three-dimensional ultrasonography for breast malignancy detection. *Expert Opinion on Medical Diagnostics*, 5 (3), 253–261. <https://doi.org/10.1517/17530059.2011.561314>
- Dzięcioł, M., Scholbach, T., Stańczyk, E., Ostrowska, J., Kinda, W., Woźniak, M., Atamaniuk, W., Skrzypczak, P., Nizański, W., Wiczorek, A., Scholbach, J., & Kielbowicz, Z. (2014). Dynamic tissue perfusion measurement in the reproductive organs of the female and male dogs. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 58 (1), 149–155. <https://doi.org/10.2478/bvip-2014-0023>
- Esselburn, K. M., Hill, T. M., Bateman, H. G., Fluharty, F. L., Moeller, S. J., O'Diam, K. M., & Daniels, K. M. (2015). Examination of weekly mammary parenchymal area by ultrasound, mammary mass, and composition in Holstein heifers reared on 1 of 3 diets from birth to 2 months of age. *Journal of Dairy Science*, 98 (8), 5280–5293. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9061>
- Feliciano, M. A. R., Maronezi, M. C., Brito, M. B. S., Simões, A. P. R., Maciel, G. S., Castanheira, T. L. L., Garrido, E., Uscategui, R. R., Miceli, N. G., & Vicente, W. R. R. (2015). Doppler and Elastography as complementary diagnostic methods for mammary neoplasms in female cats. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67 (3), 935–939. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8114>
- Feliciano, M. A. R., Ramirez, R. A. U., Maronezi, M. C., Maciel, G. S., Avante, M. L., Senhorello, I. L. S., Mucédola, T., Gasser, B., Carvalho, C. F., & Vicente, W. R. R. (2018). Accuracy of four ultrasonography techniques in predicting histopathological classification of canine mammary carcinomas. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 59(4), 444–452. <https://doi.org/10.1111/vru.12606>
- Feliciano, M. A. R., Uscategui, R. A. R., Maronezi, M. C., Simões, A. P. R., Silva, P., Gasser, B., Pavan, L., Carvalho, C. F., Canola, J. C., & Vicente, W. R. R. (2017). Ultrasonography methods for predicting malignancy in canine mammary tumors. *PLOS ONE*, 12 (5), e0178143. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178143>
- Feliciano, M. A. R., Vicente, W. R. R., & Silva, M. A. M. (2012). Conventional and Doppler ultrasound for the differentiation of benign and malignant canine mammary tumours. *Journal of Small Animal Practice*, 53 (6), 332–337. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2012.01227.x>
- Flöck, M., & Winter, P. (2006). Diagnostic ultrasonography in cattle with diseases of the mammary gland. *The Veterinary Journal*, 171 (2), 314–321. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2004.11.002>
- Garamvölgyi, R., Petrás, Z., Hevesi, A., Jakab, C., Vajda, Z., Bogner, P., & Repa, I. (2006). Magnetic resonance imaging technique for the examination of canine mammary tumours. *Acta veterinaria Hungarica*, 54 (2), 143–159.
- Gelb, H. R., Freeman, L. J., Rohleder, J. J., & Snyder, P. W. (2010). Feasibility of contrast-enhanced ultrasound-guided biopsy of sentinel lymph nodes in dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 51 (6), 628–633. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2010.01712.x>
- Giménez, F., Hecht, S., Craig, L. E., & Legendre, A. M. (2010). Early detection, aggressive therapy. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 12 (3), 214–224. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2010.01.004>
- Gliška-Suchocka, K., Jankowski, M., Kubiak, K., Spuzak, J., & Nicpon, J. (2013). Application of shear wave elastography in the diagnosis of mammary gland neoplasm in dogs. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 16 (3), 477–482. <https://doi.org/10.2478/pjvs-2013-0066>
- Grover, H., Grover, S. B., Goyal, P., Hegde, R., Gupta, S., Malhotra, S., Li, S., & Gupta, N. (2021). Clinical and imaging features of idiopathic granulomatous mastitis - The diagnostic challenges and a brief review. *Clinical Imaging*, 69, 126–132. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.06.022>
- Hildebrandt, T., Drews, B., Kurz, J., Hermes, R., Yang, S., & Göritz, F. (2009). Pregnancy monitoring in dogs and cats using 3D and 4D ultrasonography. *Reproduction in Domestic Animals*, 44 (s2), 125–128. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2009.01429.x>
- Hussein, H. A., EL-Khabaz, K. A. S., & Malek, S. S. (2015). Is udder ultrasonography a diagnostic tool for subclinical mastitis in sheep? *Small Ruminant Research*, 129, 121–128. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.05.010>
- Jesinger, R. A., Lattin, G. E., Ballard, E. A., Zelasko, S. M., & Glassman, L. M. (2011). Vascular abnormalities of the breast: Arterial and venous disorders, vascular masses, and mimic lesions with radiologic-pathologic correlation. *RadioGraphics*, 31 (7), E117–E136. <https://doi.org/10.1148/rp.317115503>
- Keane, M., Paul, E., Sturrock, C. J., Rauch, C., & Rutland, C. S. (2017). Computed tomography in veterinary medicine: currently published and tomorrow's vision. *Computed Tomography - Advanced Applications*, 271–283. <https://doi.org/10.5772/intechopen.68556>
- Kim, S., Kwon, K., Choi, H., & Lee, Y. (2017). Evaluation of mammary gland calcification in dogs: Radiography and computed tomography. *Journal of Animal Reproduction and Biotechnology*, 32 (3), 183–192. <https://doi.org/10.12750/jet.2017.32.3.183>
- Kot, T., Dubovyi, A., & Liakhovchuk, Y. (2024). Features of mammary gland morphology in domestic carnivores. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26 (114), 10–15. <https://doi.org/10.32718/nvvet11402>
- Kot, T. F., Huralaska, S. V., & Zaika, S. S. (2023). *Morfologhiia yaiechnykh koriv na riznykh stadiakh statevoho tsykladu*. Druk-Buk [in Ukrainian]
- Kot, T. F., Zhytova, O. P., & Huralaska, S. V. (2019). *Osoblyvosti anatomii miasoidnykh tvaryn*. Druk-Buk [in Ukrainian]
- Lamuraglia, M., Bridal, S. L., Santin, M., Izzi, G., Rixe, O., Paradiso, A., & Lucidarme, O. (2010). Clinical relevance of contrast-enhanced ultrasound in monitoring anti-angiogenic therapy of cancer: Current status and perspectives. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 73 (3), 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2009.06.001>
- Lee, S. C., Tchepeli, H., Grant, E., Desai, B., Luo, C., Groshen, S., & Hovanesian-Larsen, L. (2018). Contrast-enhanced ultrasound imaging of breast masses: Adjunct tool to decrease the number of false-positive biopsy results. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 38 (9), 2259–2273. <https://doi.org/10.1002/jum.14917>
- Lepori, D. (2015). Inflammatory breast disease: The radiologist's role. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 96 (10), 1045–1064. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2015.07.006>

33. Li, Y., & Snedeker, J. . (2010). Elastography: modality-specific approaches, clinical applications, and research horizons. *Skeletal Radiology*, 40 (4), 389–397. <https://doi.org/10.1007/s00256-010-0918-0>
34. Liu, H., Jiang, Y.-X., Liu, J.-B., Zhu, Q.-L., & Sun, Q. (2008). Evaluation of breast lesions with contrast-enhanced ultrasound using the microvascular imaging technique: Initial observations. *The Breast*, 17 (5), 532–539. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2008.04.004>
35. Mantziaras, G., & Luvoni, G. C. (2020). Advanced ultrasound techniques in small animal reproduction imaging. *Reproduction in Domestic Animals*, 55 (S2), 17–25. <https://doi.org/10.1111/rda.13587>
36. Mantziaras, G., Vasileiou, N. G., Ioannidi, K. S., Mavrogianni, V. S., Gougoulis, D. A., Fthenakis, G. C., Petridis, I. G., & Barbagianni, M. S. (2018). Use of contrast-enhanced ultrasonographic examination to evaluate health status of mammary glands of ewes at the end of a lactation period. *Journal of Dairy Research*, 85 (1), 39–43. <https://doi.org/10.1017/s002202991800002x>
37. Mork, T., Waage, S., Tollersrud, T., Kvitle, B., & Sviland, S. (2007). Clinical mastitis in ewes; bacteriology, epidemiology and clinical features. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 49 (1). <https://doi.org/10.1186/1751-0147-49-23>
38. Otoni, C. C., Rahal, S. C., Vulcano, L. C., Ribeiro, S. M., Hette, K., Giordano, T., Doiche, D. P., & Amorim, R. L. (2010). Survey radiography and computerized tomography imaging of the thorax in female dogs with mammary tumors. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 52 (1). <https://doi.org/10.1186/1751-0147-52-20>
39. Park, A. Y., & Seo, B. K. (2018). Up-to-date Doppler techniques for breast tumor vascularity: superb microvascular imaging and contrast-enhanced ultrasound. *Ultrasonography*, 37 (2), 98–106. <https://doi.org/10.14366/usg.17043>
40. Petridis, I. G., Barbagianni, M. S., Ioannidi, K. S., Samaras, E., Fthenakis, G. C., & Vloundi, E. I. (2017). Doppler ultrasonographic examination in sheep. *Small Ruminant Research*, 152, 22–32. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.015>
41. Pieczerwaska, B., Glińska-Suchocka, K., Nizański, W., & Dzięcioł, M. (2021). Decreased size of mammary tumors caused by preoperative treatment with aglepristone in female domestic dogs (*Canis familiaris*) do not influence the density of the benign neoplastic tissue measured using shear wave elastography technique. *Animals*, 11 (2), 527. <https://doi.org/10.3390/ani11020527>
42. Pluguez-Turull, C. W., Nanyes, J. E., Quintero, C. J., Alizai, H., Mais, D. D., Kist, K. A., & Dornbluth, N. C. (2018). Idiopathic granulomatous mastitis: Manifestations at multimodality imaging and pitfalls. *RadioGraphics*, 38 (2), 330–356. <https://doi.org/10.1148/rq.2018170095>
43. Risvanli, A., Dogan, H., Safak, T., Kilic, M. A., & Seker, I. (2019). The relationship between mastitis and the B-mode, colour Doppler ultrasonography measurements of supramammary lymph nodes in cows. *Journal of Dairy Research*, 86 (3), 315–318. <https://doi.org/10.1017/s0022029919000530>
44. Rudyk, S. K., & Kot, T. F. (2012). *Anatomiia kishky. Chastyna 2. Systema orhaniv shkirnoho pokryvu. Nutroshchi*. Zhytomyr: Polissia [in Ukrainian]
45. Sánchez, D., Romero, L., López, S., Campuzano, M., Ortega, R., Morales, A., Guadarrama, M., Cesarman-Maus, G., García-Pérez, O., & Lizano, M. (2019). 18F-FDG—PET/CT in Canine mammary gland tumors. *Frontiers in Veterinary Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00280>
46. Santos, V. J. C., Simplicio, K. M. M. G., Sanchez, D. C. C., Almeida, V. T., Teixeira, P. P. M., Coutinho, L. N., Rodrigues, L. F. S., Oliveira, M. E. F., Feliciano, M. A. R., & Vicente, W. R. R. (2014). Conventional and Doppler ultrasonography on a goat with gangrenous mastitis. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66 (6), 1931–1935. <https://doi.org/10.1590/1678-7062>
47. Sharun, K., Dhama, K., Tiwari, R., Gugjoo, M. B., Iqbal Yattoo, Mohd., Patel, S. K., Pathak, M., Karthik, K., Khurana, S. K., Singh, R., Puvvala, B., Amarpal, Singh, R., Singh, K. P., & Chaicumpa, W. (2021). Advances in therapeutic and management approaches of bovine mastitis: a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*, 41 (1), 107–136. <https://doi.org/10.1080/01652176.2021.1882713>
48. Soler, M., Dominguez, E., Lucas, X., Novellas, R., Gomes-Coelho, K. V., Espada, Y., & Agut, A. (2016). Comparison between ultrasonographic findings of benign and malignant canine mammary gland tumours using B-mode, colour Doppler, power Doppler and spectral Doppler. *Research in Veterinary Science*, 107, 141–146. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2016.05.015>
49. Stan, F., Gudea, A., Damian, A., Gal, A. F., Papuc, I., Pop, A. R., & Martonos, C. (2020). Ultrasonographic algorithm for the assessment of sentinel lymph nodes that drain the mammary carcinomas in female dogs. *Animals*, 10 (12), 2366. <https://doi.org/10.3390/ani10122366>
50. Träsch, K., Wehrend, A., & Bostedt, H. (2007). Ultrasonographic description of canine mastitis. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 48 (6), 580–584. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2007.00301.x>
51. Valdivia, G., Alonso-Diez, Á., Pérez-Alenza, D., & Peña, L. (2021). From conventional to precision therapy in canine mammary cancer: A comprehensive review. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.623800>
52. Vanderperren, K., Saunders, J. H., Van der Vekens, E., Wydooghe, E., de Rooster, H., Duchateau, L., & Stock, E. (2018). B-mode and contrast-enhanced ultrasonography of the mammary gland during the estrous cycle of dogs. *Animal Reproduction Science*, 199, 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.08.036>
53. Weismann, C., Mayr, C., Egger, H., & Auer, A. (2011). Breast sonography – 2D, 3D, 4D ultrasound or elastography? *Breast Care*, 6 (2), 98–103. <https://doi.org/10.1159/000327504>

ORCID

T. Kot 	https://orcid.org/0000-0003-0448-2097
S. Huralaska 	https://orcid.org/0000-0001-7383-1989
I. Sokulskiy 	https://orcid.org/0000-0002-6237-0328
S. Zaika 	https://orcid.org/0000-0002-9863-0988
Yu. Kovalchuk 	https://orcid.org/0000-0003-3677-3411
G. Gryshchuk 	https://orcid.org/0000-0001-7092-2412
L. Yevtukh 	https://orcid.org/0000-0003-3116-3980



2025 by the author(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.

Changes in blood serum biochemical indicators in toxocares infested cats with different indicators of invasion intensity

A. Perviy | V. Yevstafieva✉

Article info

Correspondence Author

V. Yevstafieva

E-mail:

evstva@ukr.netPoltava State Agrarian University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine

Citation: Perviy, A., & Yevstafieva, V. (2025). Changes in blood serum biochemical indicators in toxocares infested cats with different indicators of invasion intensity. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 245–249. doi: 10.31210/spi2025.28.03.37

Toxocariasis in cats is a zoonotic nematode invasion and is dangerous to both cats and humans. During the life cycle, toxocares in the animal's body migrate to various organs and tissues, where they cause pathological changes, such as inflammation of the mucous membrane of the small intestine, stomach, bile ducts of the liver, bronchi. As a result of parasitism, toxocares secrete toxins that, when they enter the blood, cause general intoxication of the animal's body, which is accompanied by changes in hematological and biochemical parameters of blood serum. The aim of the research was to establish the peculiarities of changes in biochemical parameters of blood serum of cats infected with *Toxocara cati*, taking into account the intensity of the invasion. Three groups of animals were formed, one of which was a control one (clinically healthy cats) and two experimental groups (infected with toxocares at different intensities of infestation – 586.9 and 126.3 eggs per gram of feces). The content of total protein, albumins, globulins, total bilirubin, creatinine, glucose, calcium and phosphorus was determined in the blood of cats. It was found that with higher intensity indicators of toxocariasis invasion, the changes in biochemical blood parameters of the diseased cats were more significant compared to the changes registered in cats with lower intensity of toxocariasis invasion. For example, with the invasion intensity of 126.3 eggs/g, a slight decrease ($P < 0.05$) in the blood serum of the diseased cats was found in the content of albumins by 9.07 % and glucose by 12.5 %. The content of total protein, globulins, total bilirubin, creatinine, calcium and phosphorus in the diseased cats was within physiological limits. At an intensity of toxocariasis invasion of 586.9 eggs/g, the even larger decrease ($P < 0.01$) in the content of albumins by 18.94 % and glucose by 19.64 % was detected in the blood serum of the infected cats, as well as the decrease ($P < 0.05$) in the content of calcium by 8.33 % and phosphorus by 18.75 %. At the same time, the content of globulins increases ($P < 0.05$) by 10.48 %, and also total bilirubin by 39.58 % and creatinine by 16.48 %. The obtained research results allow us to understand some aspects of the invasion pathogenesis at different indicators of cats' infestation and effectively conduct therapeutic measures.

Keywords: parasitology, cats, toxocariasis, intensity of invasion, blood serum, biochemical indicators.

Зміни біохімічних показників сироватки крові у інвазованих токсокарами котів за різних показників інтенсивності інвазії

А. О. Первий | В. О. Євстаф'єва

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Токсокароз котів є зоонозною нематодозною інвазією та становить небезпеку як для котів, так і для людей. У процесі життєвого циклу токсокари в організмі тварин мігрують у різні органи і тканини, де викликають патологічні зміни, такі як запалення слизової оболонки тонкого кишечника, шлунку, жовчних протоків печінки, бронхів. Внаслідок паразитування токсокари виділяють токсини, які, потрапляючи у кров, викликають загальну інтоксикацію організму тварин, що супроводжується змінами у гематологічних та біохімічних показниках сироватки крові. Метою досліджень було встановити особливості змін у біохімічних показниках сироватки крові котів, інвазованих *Toxocara cati* з урахуванням інтенсивності інвазії. Було сформовано три групи тварин, з яких одна – контрольна (клінічно здорові коти) та дві дослідні (інвазовані токсокарами за різної інтенсивності інвазії – 586,9 та 126,3 яєць у одному грамі фекалій). У крові котів визначали вміст загального білку, альбумінів, глобулінів, загального білірубину, креатиніну, глюкози, кальцію та фосфору. Встановлено, що за більш високих показників інтенсивності токсокарозої інвазії зміни біохімічних показників крові хворих котів виявилися більш значимими порівняно зі змінами, які зареєстровано у котів з меншими показниками інтенсивності токсокарозої інвазії. Так, за показників інтенсивності інвазії 126,3 яєць/г у сироватці крові хворих котів виявлено незначне зниження ($P < 0,05$) вмісту альбумінів на 9,07 % та показника глюкози на 12,5 %. Показники вмісту загального білку, глобулінів, загального білірубину, креатиніну, кальцію та фосфору у хворих котів знаходилися у фізіологічних межах. За інтенсивності токсокарозої інвазії 586,9 яєць/г у сироватці крові заражених котів виявлено ще більше зниження ($P < 0,01$) вмісту альбумінів на 18,94 % та глюкози на 19,64 %, а також знижується ($P < 0,05$) вміст кальцію на 8,33 % та фосфору на 18,75 %. Одночасно зростає ($P < 0,05$) вміст глобулінів на 10,48 %, загального білірубину на 39,58 % та креатиніну на 16,48 %. Отримані результати досліджень дозволяють розуміти окремі аспекти патогенезу інвазії за різних показників інвазованості котів та ефективно проводити лікувальні заходи.

Ключові слова: паразитологія, коти, токсокароз, інтенсивність інвазії, сироватка крові, біохімічні показники.

Бібліографічний опис для цитування: Первий А. О., Євстаф'єва В. О. Зміни біохімічних показників сироватки крові у інвазованих токсокарами котів за різних показників інтенсивності інвазії. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 245–249.

Вступ

Токсокароз – поширене зоонозне захворювання, яке реєструється у м'ясоїдних тварин і людей у всьому світі. *Toxocara canis* та *Toxocara cati* – це два види нематод-паразитів, які викликають захворювання у собак та котів відповідно, а також у людей [1, 2]. *Toxocaras* pp. поширюється серед людей через об'єкти навколишнього середовища, забрудненого яйцями токсокар. Собаки та коти відіграють важливу роль у цьому процесі. Через те, що люди є неспецифічними хазяями для токсокар, личинки *Toxocaras* pp. не можуть дозрівати до статевозрілих гельмінтів у кишечнику людини [3–5]. Яйця *Toxocaras* pp. можна виявити в ґрунті, забрудненій їжі або в тканинах паратенічних хазяїв. Личинки вилуплюються з яєць у тонкому кишечнику, проникають через стінку кишечника, потрапляють у кровоносну систему, а потім мігрують по всьому організму, що призводить до різноманітних клінічних проявів залежно від ураженого органу [6–8].

Питання своєчасної лабораторної та клінічної діагностики токсокарозу у тварин залишаються актуальними. Також, важливим є комплексний підхід у лікуванні собак і котів, хворих на токсокароз, з урахуванням змін, що відбуваються в їх організмі під дією токсокарозної інвазії. Одним з основних показників, що розкривають картину метаболізму у інвазованих тварин, є кров [9, 10]. Гематологічні та біохімічні показники крові можуть реагувати змінами як за вираженого клінічного перебігу інвазії, так і на початковій стадії захворювання за безсимптомного перебігу [11–13].

Незважаючи на наявні дослідження в галузі клінічної паразитології, зміни гематологічного статусу при токсокарозі ще недостатньо вивчені. Зокрема, дослідники у сироватці крові собак, інвазованих *T. canis*, виявили значне зниження вмісту загального білка, альбумінів, а також значне підвищення активності аланінамінотрансферази та аспартатамінотрансферази [14]. Науковці зазначають, що гіпопротеїнемія пояснюється порушенням ефективності всмоктування в ураженому кишечнику [15–17]. Водночас, підвищення активності АСТ та АЛТ може бути пов'язане з пошкодженням печінки мігруючими личинками, що призводить до виходу цих ферментів з гепатоцитів у кровоносне русло [18].

Схожі результати отримали науковці, які вивчали зміни в сироватці крові котів та собак, хворих на токсокароз. У біохімічному аналізі сироватки крові тварин спостерігали підвищення активності АСТ, АЛТ та лужної фосфатази. Причому, збільшення активності ферментів було прямо пропорційне пошкодженню гепатоцитів. Також виявляли зниження вмісту загального білка, яке автори пояснюють пригніченням біосинтезу білка печінкою та недостатнім всмоктуванням слизової оболонки тонкого кишечника [17]. Порушення всмоктування в кишечнику, також, призводить до зниження вмісту заліза, калію та натрію [19, 20]. Тому, актуальним

є встановлення змін у біохімічних показниках сироватки крові хворих на токсокароз котів залежно від показників їх інвазованості.

Мета дослідження

Метою досліджень було встановити особливості змін у біохімічних показниках сироватки крові котів інвазованих *Toxocara cati* з урахуванням інтенсивності інвазії.

Матеріали і методи

Роботу виконували впродовж 2024–2025 рр. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету та умовах приватної ветеринарної клініки «Vet Help» (м. Полтава).

Було сформовано три групи котів віком від 4 міс. до 3 років, з яких одна – контрольна (клінічно здорові коти) та дві дослідні (інвазовані токсокарами за різної інтенсивності інвазії – $586,9 \pm 76,9$ яєць/г та $126,3 \pm 32,8$ яєць/г), по 7 голів у кожній.

Визначення біохімічних показників, а саме: вмісту загального білку, альбумінів, глобулінів, загального білірубину, креатиніну, глюкози, кальцію та фосфору у сироватці крові інвазованих котів проводили за допомогою автоматичного біохімічного аналізатора SMT-120VP Seamaty (Китай) та набору реагентів.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL» шляхом визначення середнього арифметичного (M), стандартного відхилення (SD) та рівня вірогідності (P) з використанням методики однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера.

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями виявлено, що залежно від показників інтенсивності токсокарозної інвазії, зміни в біохімічних показниках сироватки крові значно різнилися. Зокрема, за інтенсивності інвазії $126,3 \pm 32,8$ яєць/г у сироватці крові хворих котів виявлено незначне зниження вмісту альбумінів на 9,07 % ($29,3 \pm 1,7$ г/л, $P < 0,05$) та глюкози на 12,5 % ($4,9 \pm 0,5$ ммоль/л, $P < 0,05$). Одночасно показники вмісту загального білку, глобулінів, загального білірубину, креатиніну, кальцію та фосфору у інвазованих токсокарами котів знаходилися у фізіологічних межах і не відрізнялися від аналогічних показників у клінічно здорових котів (рис. 1).

За більш високих показників інтенсивності токсокарозної інвазії ($586,9 \pm 76,9$ яєць/г) виявляли більш тяжкі зміни у інвазованих котів з боку біохімічних показників їх сироватки крові. Зокрема, встановлювали ще більше зниження вмісту альбумінів на 18,94 % ($26,1 \pm 3,5$ г/л, $P < 0,01$) та глюкози на 19,64 % ($4,5 \pm 0,8$ ммоль/л, $P < 0,01$) (рис. 2).

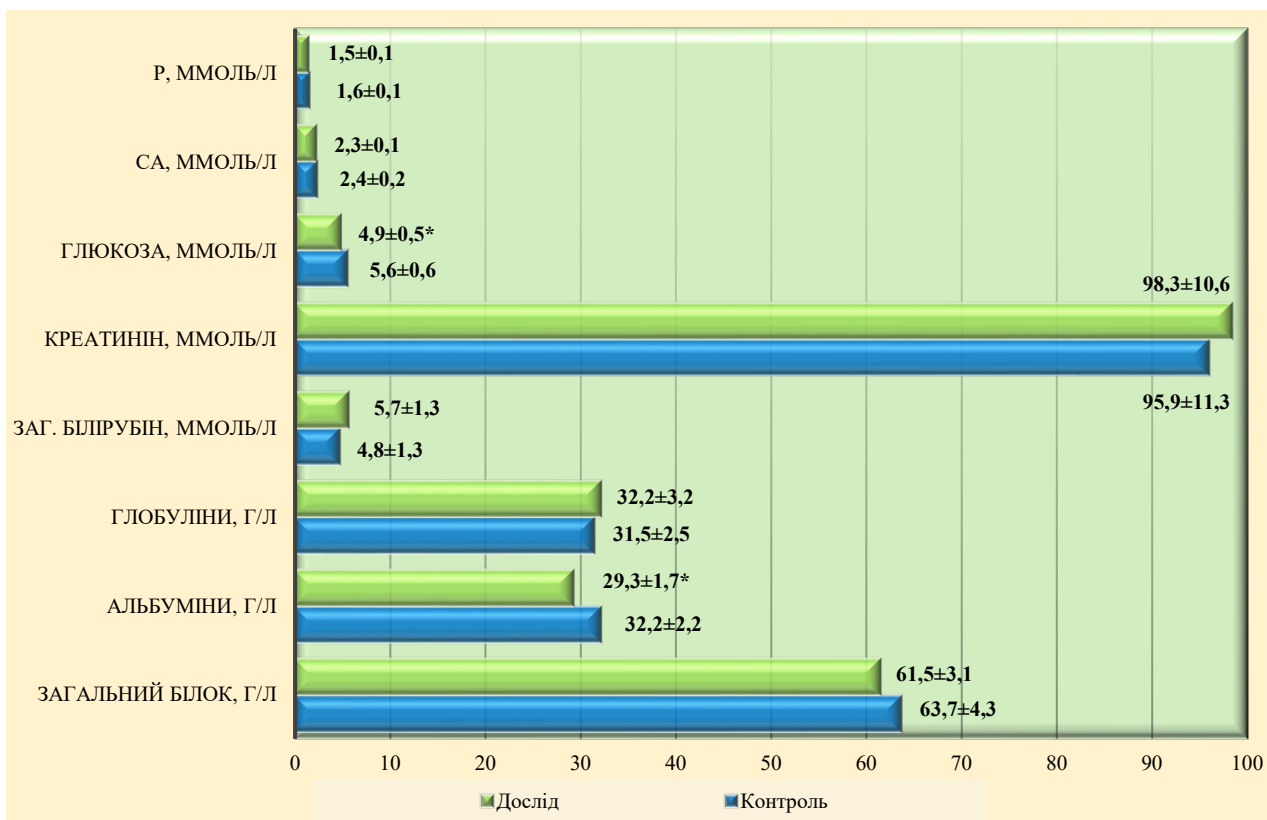


Рис. 1. Біохімічні показники сироватки крові у котів за незначної інтенсивності токсокарозної інвазії (M±SD, n=7)

Примітки: * – P<0,05 – відносно тварин контрольної групи.

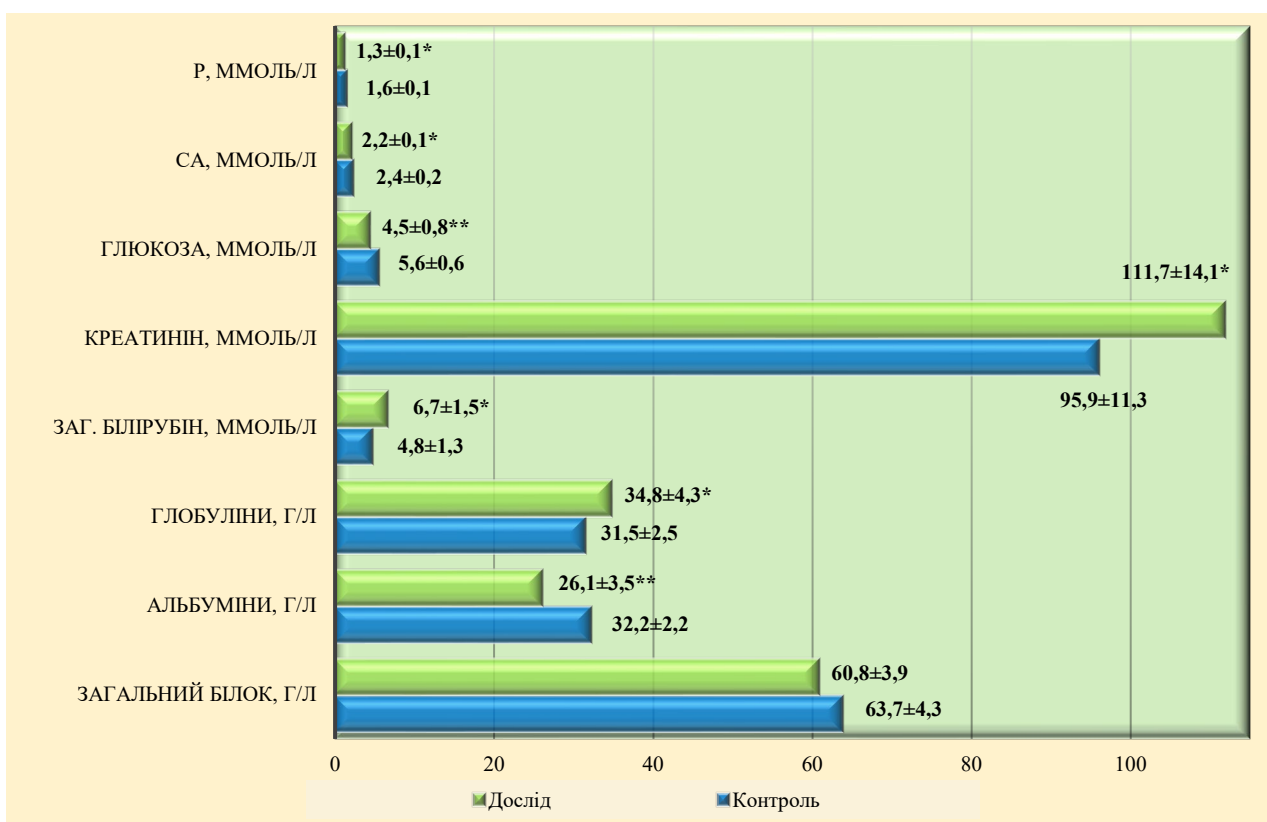


Рис. 2. Біохімічні показники сироватки крові у котів за високої інтенсивності токсокарозної інвазії (M±SD, n=7)

Примітки: * – P<0,05; ** – P<0,01 – відносно тварин контрольної групи.

Одночасно встановлювали зниження вмісту кальцію на 8,33 % ($2,2 \pm 0,1$ ммоль/л, $P < 0,05$) та фосфору на 18,75 % ($1,3 \pm 0,2$ ммоль/л, $P < 0,05$), а також зростання вмісту глобулінів на 10,48 % ($34,8 \pm 4,3$ г/л, $P < 0,05$), загального білірубину на 39,58 % ($6,7 \pm 1,5$ ммоль/л, $P < 0,05$) та креатиніну на 16,48 % ($111,7 \pm 14,1$ ммоль/л, $P < 0,05$). Лише показник вмісту загального білку знаходився у фізіологічних межах і не відрізнявся від аналогічних показників у клінічно здорових котів.

Світова література свідчить про актуальність вивчення окремих аспектів патогенезу за токсокарозу котів, у зв'язку з його значним поширенням та зоонозним потенціалом [1–5]. Тому, нами було проведено дослідження впливу токсокар на біохімічні показники сироватки крові інвазованих котів залежно від показників інтенсивності інвазії. Виявлено, що ступінь інвазованості котів збудником токсокарозу значно впливав на ступінь змін з боку біохімічних показників сироватки крові, де зі зростання інтенсивності інвазії відхилення у показниках сироватки крові від фізіологічних коливань збільшувалися. Так, за незначних показників інтенсивності токсокарозої інвазії у сироватці крові котів знижувався вміст альбумінів та глюкози ($P < 0,05$). За більш високої інтенсивності токсокарозої інвазії у сироватці крові заражених котів знижувався ($P < 0,01$) вміст альбумінів, глюкози, а також ($P < 0,05$) вміст кальцію та фосфору. Також зростав ($P < 0,05$) вміст глобулінів, загального білірубину та креатиніну.

Схожі дані були отримані й іншими авторами, які вивчали зміни в крові м'ясоїдних тварин за токсокарозу. Водночас, ними не розглядалися питання впливу показників інтенсивності токсокарозої інвазії на гематологічні показники. Так, згідно досліджень науковців у інвазованих тварин виявлено значне зниження вмісту альбумінів та мікроелементів [18–20]. Такі зміни, на нашу думку і думку авторів [15–17], пов'язані з ураженням печінки та кишечника, як місць міграції та локалізації паразитів. Це призводить до пошкодження клітин органів та тканин, погіршення всмоктування в кишечнику поживних речовин, а також розвитку запальних явищ, що і призводить до зростання вмісту глобулінів та зниженню вмісту альбумінів, глюкози, кальцію та фосфору.

Отримані результати досліджень дозволяють розуміти окремі аспекти патогенезу токсокарозу за різних показників інвазованості котів та ефективно проводити лікувальні заходи.

Висновки

Встановлено, що ступінь інвазованості котів токсокарами виду *Toxocara cati* впливає на тяжкість змін у біохімічних показниках сироватки крові заражених тварин. За незначних показників інвазування тварин токсокарами в їх сироватці крові виявлено незначне зниження вмісту альбумінів (на 9,07 %, $P < 0,05$) та глюкози (на 12,5 %, $P < 0,05$). За більш високих показників інтенсивності токсокарозої інвазії в сироватці крові заражених котів

виявлено більш значне зниження вмісту альбумінів (на 18,94 %, $P < 0,01$) та глюкози (на 19,64 %, $P < 0,01$), зниження вмісту кальцію (на 8,33 %, $P < 0,05$) та фосфору (на 18,75 %, $P < 0,05$), а також збільшення вмісту глобулінів (на 10,48 %, $P < 0,05$), загального білірубину (на 39,58 %, $P < 0,05$) та креатиніну (на 16,48 %, $P < 0,05$).

Конфлікт інтересів

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

References

- Overgaauw, P. A. M., & van Knapen, F. (2013). Veterinary and public health aspects of *Toxocara* spp. *Veterinary Parasitology*, 193 (4), 398–403. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.035>
- Bonilla-Aldana, J. L., Espinosa-Núñez, A. C., Bonilla-Aldana, D. K., & Rodríguez-Morales, A. J. (2024). *Toxocara cati* infection in cats (*Felis catus*): A systematic review and meta-analysis. *Animals*, 14 (7), 1022. <https://doi.org/10.3390/ani14071022>
- Strube, C., Heuer, L., & Janacek, E. (2013). *Toxocara* spp. infections in paratenic hosts. *Veterinary Parasitology*, 193 (4), 375–389. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.033>
- Macpherson, C. N. L. (2013). The epidemiology and public health importance of toxocarosis: A zoonosis of global importance. *International Journal for Parasitology*, 43 (12–13), 999–1008. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.07.004>
- Holland, C. V. (2015). Knowledge gaps in the epidemiology of *Toxocara*: the enigma remains. *Parasitology*, 144 (1), 81–94. <https://doi.org/10.1017/s0031182015001407>
- Fan, C.-K., Holland, C. V., Loxton, K., & Barghouth, U. (2015). Cerebral toxocarosis: Silent progression to neurodegenerative disorders? *Clinical Microbiology Reviews*, 28 (3), 663–686. <https://doi.org/10.1128/cmr.00106-14>
- Chen, J., Zhou, D.-H., Nisbet, A. J., Xu, M.-J., Huang, S.-Y., Li, M.-W., Wang, C.-R., & Zhu, X.-Q. (2012). Advances in molecular identification, taxonomy, genetic variation and diagnosis of *Toxocara* spp. *Infection, Genetics and Evolution*, 12 (7), 1344–1348. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2012.04.019>
- Nicoletti, A. (2013). Toxocarosis. *Neuroparasitology and Tropical Neurology*, 217–228. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-53490-3.00016-9>
- Rebar, A. H., MacWilliams, P. S., Feldman, B. F., Metzger, F. L., Pollock, R. V. H., & Roche, J. (2001). *Guide to hematology in dogs and cats*. Teton: New Media.
- Harvey, J. W. (2012). *Veterinary hematology: A diagnostic guide and color atlas*. St. Louis, MO: Elsevier.
- Said, V. S., Stybel, V. V., Gytyj, B. V., Pryima, O. B., Sobolta, A. G., & Leskiv, K. Y. (2020). Morphological parameters of dogs' blood under experimental toxocarosis. *Colloquium Journal*, 23 (75), 7–10.
- Lan, N. T. K., Quyen, N. T., Van, C., & Nang, N. T. (1025). Study on *Toxocara canis* in experimentally infected dogs by *Toxocara canis*. *Journal of Agricultural Technology*, 11 (8), 2577–2588. Retrieved from: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20163272175>
- Parmar, D., Sharma, D., Singh, E., Katoch, A., Ahuja, A., & Verma, S. (2023). Toxocarosis in puppy - morphological description and clinical management. *Exploratory Animal and Medical Research*, 13 (2), 287–291. <https://doi.org/10.52635/eamr/13.2.287-291>
- Abdelkareem, M., Abdel-Raheem, A.-R. A., & Mohamed, A. E. A. (2022). Hemato-biochemical changes in dogs infected with *Toxocara canis* in Hurgada and Luxor governorate. *SVU-International Journal of Veterinary Sciences*, 5 (1), 56–67. <https://doi.org/10.21608/svu.2022.90894.1143>

15. Kaymaz, A. A., Bakirel, U., Gonul, R., & Tan, H. (1999). Serum protein electrophoresis in dogs with intestinal parasites. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23 (5), 457–459.
16. Nwoha, R. I. O., Anene, B. M., & Eze, I. O. (2012). Serum biochemical and liver enzymes changes in dogs with single and conjunct experimental infections of *Trypanosoma brucei brucei* and *Ancylostoma caninum*. *International Journal of Tropical Medicine*, 7 (4), 138–142. <https://doi.org/10.3923/ijtm.2012.138.142>
17. Kumar, M., Sharma, B., Kumar, A., Lal, H. P., Kumar, V., & Tripathi, M. K. (2014). Prevalence and haemato-biochemical studies of *Toxocara canis* infestation in dogs and risk perception of zoonoses by dog owners in Mathura, India. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (10), 653–663. <https://doi.org/10.3923/ajava.2014.653.663>
18. Hayden, D. W., & Van Kruiningen, H. J. (1975). Experimentally induced canine toxocariasis: Laboratory examinations and pathologic changes, with emphasis on the gastrointestinal tract. *American Journal of Veterinary Research*, 36 (11), 1605–1614. <https://doi.org/10.2460/ajvr.1975.36.11.1605>
19. Panova, O., Khrustalev, A., Sysoeva, N., Baranova, M., Glamazdin, I., & Kryukovskaya, G. (2021). Standard blood tests indicate changes of toxocariasis in carnivores. *KnE Life Sciences*, 6 (3), 501–510. <https://doi.org/10.18502/kl.v0i0.8984>
20. Zajac, A. M., & Conboy, G. A. (2012). *Veterinary Clinical Parasitology*, 8 ed. Wiley-Blackwell, Chichester.

ORCID

A. Perviy 

V. Yevstafieva 

<https://orcid.org/0009-0002-4047-9450>

<https://orcid.org/0000-0003-4809-2584>



2025 by the author(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.

Analytical evaluation of anesthesia regimens for dental diseases in dogs

D. Bilyi  | P. Skliarov | D. Masiuk | V. Samoiluk | M. Lieshehova | V. Vakulik | S. Maslikov

Article info

Correspondence Author
D. Bilyi
E-mail:
dmdmbelyi@ukr.netDnipro State Agrarian and
Economic University,
Serhii Efremov Str., 25,
Dnipro, 49600, Ukraine**Citation:** Bilyi, D., Skliarov, P., Masiuk, D., Samoiluk, V., Lieshehova, M., Vakulik, V., & Maslikov, S. (2025). Analytical evaluation of anesthesia regimens for dental diseases in dogs. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 250–255. doi: 10.31210/spi2025.28.03.38

The aim of the conducted review was to comparatively evaluate the available clinical regimens for general and local anesthesia of dogs during dental procedures. Recent years have been marked by intensive research in the field of veterinary dentistry. Improving the existing and developing new methods for studying animals with diseases of the oral cavity and their treatment requires adequate analgesia. General anesthesia during diagnostic and therapeutic manipulations is one of the risk factors for animal death. Therefore, the currently proposed anesthetic regimens need to be improved. In clinical dental practice, a multi-modal approach to anesthesia is widespread, which involves the use of a combination of methods and preparations with different mechanisms of action to achieve the optimal analgesia while minimizing side effects. Planning anesthetic provision has to take into account that most diseases of the oral cavity are accompanied by pain. The optimal option for anesthesia, according to most researchers, is the combination of narcosis with conduction blocks. Among the systemic pharmacological agents, opioid analgesics are most often used: methadone, butorphanol, tramadol. A promising direction of anesthesia during dental manipulations in dogs is the use of nonsteroidal anti-inflammatory preparations (in particular, meloxicam) – in pre-medication regimens and maintaining of the appropriate level of anesthesia. A pronounced clinical effect was confirmed with conduction anesthesia with bupivacaine, lidocaine and their combination, which allows to extend the duration of their action. Conducting local anesthesia against the background of narcosis in most cases ensures adequate analgesia, but in some cases the blockade technique needs to be improved. Despite the low mortality rate of dogs (within 3 %), considerable attention of researchers is focused on determining the risk factors for animal death when using various anesthetic regimens. With a proven correlation of mortality risk with age, breed, type and duration of anesthesia, and the urgency of the manipulation, their mechanisms remain insufficiently studied. The prospect of further research is the clinical testing of modern local anesthetics and the study of the potential for their use in combination with the means of general anesthesia.

Keywords: dogs, dental diseases, pain, narcosis, local anesthesia, diagnostics, treatment.

Аналітична оцінка схем знеболювання за стоматологічних хвороб у собак

Д. Д. Білий | П. М. Скларов | Д. М. Масюк | В. В. Самойлюк | М. О. Лещова | В. В. Вакулик |
С. М. МасліковДніпровський державний
аграрно-економічний
університет,
м. Дніпро, Україна

Метою проведеного огляду було порівняльне оцінювання наявних клінічних схем загального та місцевого знеболювання собак за стоматологічних маніпуляцій. Останній роки ознаменовані інтенсивними дослідженнями в сфері ветеринарної стоматології. Удосконалення існуючих та розробка нових методів дослідження тварин із хворобами органів ротової порожнини та їх лікування, потребує адекватного знеболювання. Загальне знеболювання за проведення діагностичних і лікувальних маніпуляцій є одним із факторів ризику загибелі тварин. Тому запропоновані наразі анестезіологічні схеми потребують удосконалення. У клінічній стоматологічній практиці поширений мультимодальний підхід до знеболювання, який передбачає використання комбінації методів та препаратів з різними механізмами дії для досягнення оптимального знеболення за мінімізації побічних ефектів. Планування анестезіологічного забезпечення повинно враховувати, що більшість захворювань органів ротової порожнини супроводжується болем. Оптимальним варіантом знеболювання, на думку більшості дослідників, є поєднання наркозу із провідниковими блокадами. Серед системних фармакологічних засобів найчастіше використовують опіоїдні анальгетики: метадон, буторфанол, трамадол. Перспективним напрямком знеболювання за стоматологічних маніпуляцій у собак є використання нестероїдних протизапальних засобів (зокрема, мелоксикаму): у схемах премедикації та підтримки належного рівня анестезії. Виражений клінічний ефект підтверджено за провідникової анестезії бупівакаїном, лідокаїном та їх комбінацією, яка дозволяє подовжити тривалість їх дії. Проведення місцевого знеболювання на тлі наркозу у більшості випадків забезпечує адекватне знеболення, проте в окремих випадках техніка блоkad потребує удосконалення. Незважаючи на незначний рівень смертності собак (в межах 3 %), значна увага дослідників прикута до визначення факторів ризику загибелі тварин за використання різних анестезіологічних протоколів. За доведеної кореляції ризику летальності із віком, породою, типом і тривалістю знеболювання, терміновістю маніпуляцій, їх механізми залишаються недостатньо вивченими. Перспектива подальших досліджень – клінічна апробація сучасних місцевих анестетиків та вивчення потенційної можливості їх застосування у поєднанні із засобами для загальної анестезії.

Ключові слова: собаки, стоматологічні хвороби, біль, наркоз, місцеве знеболювання, діагностика, лікування.**Бібліографічний опис для цитування:** Білий Д. Д., Скларов П. М., Масюк Д. М., Самойлюк В. В., Лещова М. О., Вакулик В. В., Масліков С. М. Аналітична оцінка схем знеболювання за стоматологічних хвороб у собак. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 250–255.

Ветеринарна стоматологія – це вимоглива наука, в якій рішення приймаються не лише для окремого пацієнта, а й для окремих зубів, які можуть відрізнятися за тяжкістю захворювання. Для одного пацієнта може знадобитися кілька терапевтичних рішень та планів лікування. Ветеринарним стоматологам необхідно ввести анестезію для проведення ретельного лікування, що призводить до додаткових рішень, які можуть бути не актуальними для гуманної медицини [10, 16].

Захворювання зубів, ротової порожнини та щелепно-лицьової області є одними з найпоширеніших проблем у ветеринарній практиці дрібних тварин. Ці стани спричиняють значний біль. Тому Всесвітня асоціація ветеринарів дрібних тварин (WSAVA) вважає, що неліковані або недостатньо ліковані захворювання органів ротової порожнини, зокрема зубів, становлять значну проблему для добробуту тварин. WSAVA акцентує увагу на шкідливому впливі стоматології без анестезії (AFD), оскільки ця процедура в кращому випадку неефективна, а в гіршому – шкідлива [22].

Стоматологічні захворювання в більшості випадків супроводжуються больовою реакцією, тому вже на етапі постановки діагнозу спеціаліст повинен враховувати цей факт. Експерти як правило наголошують на проактивному, превентивному усуненні болю, а не на реактивному підході «контролю пошкоджень» [9, 20]. Больова реакція може бути зумовлена запаленням, яке характеризується прямою стимуляцією ноцицепторів медіаторами запалення, що вивільняються пошкодженою тканиною, та нейропатичними механізмами, спричиненими захворюванням або травмою сенсорного нерву [15, 35].

Обстеження у свідомості обмежені тим, що не всі поверхні зубів можна візуалізувати, також неможливо повністю оцінити обсяг втрати тканин навколо зуба без клінічного зондування та внутрішньо-ротової рентгенографії. Для визначення повного ступеня захворювання пародонту потрібне ретельне обстеження анестезованих пацієнтів, що дозволяє оцінити проблеми нижче краю ясен за допомогою періодонтального зондування пародонту, а також ступінь гінгівіту, глибину кишені та клінічну втрату прикріплення. Також необхідні повні внутрішньо-ротові рентгенограми зубів для визначення типу та ступеня втрати альвеолярної кістки [39].

Сучасні стандарти ветеринарної медицини вимагають адекватного рівня контролю болю для пацієнтів. Ефективний контроль болю використовує проактивний, багаторежимний підхід, який починається з передопераційного введення ліків, включає обраний протокол анестезії та продовжується в післяопераційний період. Базове розуміння фізіології болю допомагає у виборі тих засобів та методів, які найкраще підходять для окремих пацієнтів. Вибір знеболювальних препаратів та місцева анестезія є невід’ємними частинами контролю болю під час проведення хірургічних втручань у ротовій порожнині. Місцева (регіональна) анестезія відіграє важливу роль у контролі болю у пацієнтів. Методи

регіональної анестезії використовуються для багатьох поширених стоматологічних процедур, включаючи видалення зубів, хірургію пародонтального клаптя, лікування травматичних ушкоджень ротової порожнини, пародонтальну терапію та лікування кореневих каналів [44].

Показники болю та частота аналгезії суттєво корелюють з кількістю видалень зубів, індексом ясен та зубного каменю. Оцінки болю та запальні біомаркери були пов’язані зі стоматологічними параметрами та могли передбачати післяопераційну потребу в знеболювальних препаратах. Після видалення зубів з тяжким перебігом захворювань ротової порожнини необхідне тривале знеболювання [40]. Усунення зубного та орофасіального болю є складним через різноманітність та кількість станів, які можуть його спричинювати [36].

Недостатньо контрольований періопераційний біль має системні наслідки, які можуть негативно вплинути на самопочуття пацієнта та повернення його до нормальної якості життя. У практику слід впроваджувати послідовний план знеболювання, який оцінює біль та комфорт пацієнта через регулярні проміжки часу протягом періопераційного періоду. Для собак та котів доступні валідовані інструменти оцінки болю. Для кожного пацієнта слід створювати мультимодальні плани знеболювання та змінювати їх відповідно до оцінки болю. Ці плани, що базуються на ретельному анамнезі, фізикальному огляді та знанні очікуваного болю, повинні бути комбінацією опіоїду, нестероїдного протизапального препарату, місцевого анестетика та нефармакологічних методів знеболювання [3].

Мультимодальний підхід означає, що для досягнення бажаного знеболювального ефекту поєднуються різні знеболювальні препарати, які діють на різні мішені в ноцицептивному шляху. Окрім опіоїдів, нестероїдних протизапальних препаратів та місцевих анестетиків, агоністів $\alpha 2$ -рецепторів, кетаміну та габапентину, а також різних нефармакологічних знеболювальних методів [29].

Опіоїди є основою лікування гострого болю у пацієнтів дрібних тварин, що пояснюється, головним чином, їх високим профілем безпеки, клінічною ефективністю та перевагою зворотності дії [33].

Опіоїдні анальгетики регулярно використовуються в періопераційному періоді для забезпечення знеболення та зменшення доз анестетиків, необхідних для підтримки хірургічного рівня анестезії у домашніх тварин. Впливаючи на рецептори в головному і спинному мозку та периферичній нервовій системі, опіоїди забезпечують надійне та стабільне знеболення; однак вони не позбавлені побічних ефектів. Метадон, мю-агоніст опіоїдного анальгетика, нещодавно був ліцензований для ветеринарного застосування в Канаді. Окрім дії на опіоїдні рецептори, метадон сприяє знеболенню іншими шляхами, включаючи пригнічення N-метил-D-аспартатних (NMDA) рецепторів. Він має фізіологічні ефекти, подібні до інших мю-опіоїдних агентів, але має менше побічних ефектів з боку шлунково-кишкового тракту [14].

Нестероїдні протизапальні засоби (НПЗЗ) мають потенціал для контролю гострого та хронічного болю помірного та сильного ступеня. НПЗЗ є одними з найбільш широко вживаних препаратів у гуманній та ветеринарній медицині, широко використовуються для лікування хронічного болю. Нещодавно розроблені НПЗЗ вигідно відрізняються (а іноді й перевершують) опіоїди як у людей, так і у тварин. Значна частина антиноцицептивної дії НПЗЗ проявляється на рівні спинного мозку та супраспінальної артерії [18].

За лікування пародонтальної патології введення карпрофену та використання нервової блокади з бупівакаїном покращувало знеболення, порівняно із буторфанолом, морфіном або блокадою нервів верхньої і нижньої щелеп із використанням лідокаїну, що підтверджено показниками візуальної аналогової шкали болю (ВАШ), модифікованої шкали болю Університету Мельбурна (UMPS) та динамікою рівня глюкози і кортизолу у крові [30].

Wimbish et al. (2024) рекомендують для знеболювання використовувати гідроморфон (0,1 мг/кг внутрішньовенно болюсно, потім внутрішньовенно CRI 0,01 мг/кг/год), що забезпечує підтримку стабільної концентрації в плазмі вище мінімальної цільової анальгетичної дози з мінімальними побічними ефектами. Наприкінці інфузії середня (діапазон) концентрація гідроморфону в плазмі становила 6,8 (5,5–19,6) нг/мл. Середній загальний кліренс становив 30,4 (19,8–36,7) мл/хв/кг; об'єм розподілу в стаціонарному стані – 4,5 (3,2–7,8) л/кг; а термінальний період напіввиведення – 11,2 (7,6–24,3) год. [43].

Friembichler et al. (2011) для знеболювання за проведення стоматологічних маніпуляцій рекомендують поєднання ізофлурану та внутрішньовенного введення медетомідину та буторфанолу у дозах 10 мкг/кг та 0,2 мг/кг, відповідно [8].

Watt et al. (2025) рекомендують ввечері та вранці перед стоматологічною процедурою вводити тразодон (від 4 до 6 мг/кг перорально), проведення внутрішньом'язової премедикації буторфанолом (у дозі 0,2 мг/кг) та дексметомідином (у дозі 4 мкг/кг) з подальшим індукуванням анестезії пропофолом (4 мг/кг в/в до досягнення ефекту) та її підтриманням ізофлураном у 100 % кисні [41].

На думку Sap et al. (1997) адекватне знеболення та м'язову релаксацію для проведення різних стоматологічних хірургічних втручань забезпечує комбінація медетомідину (внутрішньом'язово у дозі 1000 мг/м² поверхні тіла) та кетаміну (внутрішньом'язово у дозі 2–3 мг/кг). Якість анестезії у фазі підтримки вважалася «доброю» у 88 % пацієнтів та «помірною» у 12 %. Відновлення було «добрим» у 74 % пацієнтів, «помірним» у 11 % та «поганим» у 15 % [31].

Ortillés et al. (2024) отримали достатній ступінь знеболювання шляхом індукції анестезії внутрішньовенним введенням мелоксикаму (у дозі 0,2 мг/кг) або трамадолу (у дозі 3 мг/кг) та подальшим застосуванням засобів для наркозу, що забезпечувало регуляторний вплив на механізми запалення та оксидативного стресу [24].

Використання блокад зубних нервів забезпечує достатнє знеболення для різноманітних стоматологічних процедур, включаючи видалення зубів, як частина мультимодального підходу до анестезії. Вони відносно прості у виконанні, недорогі та мають швидкий початок дії. Деякі з найбільш поширених блокад в ділянці голови включають інфраорбітальну, верхньощелепну, підборідальну та нижньощелепну блокади, які можна легко, швидко та дешево виконати, забезпечуючи адекватне знеболення для пацієнтів, які проходять стоматологічні процедури. Місцеві анестетики слід розглядати як частину загального знеболювального лікування стоматологічного пацієнта [23].

Локорегіональну (місцеву та регіональну) анестезію регулярно використовують під час хірургічних втручань (маніпуляцій) на голові з метою мінімізації ризику ускладнень, пов'язаних з локорегіональною анестезією [7]. Зокрема, Pavlica et al. (2022) показали, що периневральне введення дексметомідину (DEX) може бути кращим через менш виражену серцево-судинну відповідь порівняно з внутрішньовенним введенням [26].

У собак за стоматологічних операцій використання левобупівакаїну у дозі 0,11–0,18 мг/кг, характеризувалось нижчою за токсичну концентрацією у плазмі крові, не супроводжувалась ознаками серцево-судинної депресії або нейротоксичності, що свідчить про малоймовірність виникнення серйозних побічних ефектів [27].

Виконання за стоматологічних процедур у собак регіонарної анестезії левобупівакаїном (LBUP) 0,5 % та дексметомідином (DEX) у дозі 0,5 мкг/кг не спричинювала достовірної зміни концентрації у крові глюкози і кортизолу, що свідчить про адекватність знеболювання [29].

Bienhoff et al. (2011), базуючись на оцінці больової реакції за Glasgow Composite Pain Scale (mGCPS), показали високу ефективність за стоматологічних маніпуляцій/операцій схеми знеболювання, яка включала пері- та післяопераційне (впродовж 3 діб) призначення деракоксибу собакам у дозі 1–2 мг/кг/добу. Одночасно, побічні ефекти реєстрували у 26 % пацієнтів, що обґрунтовує необхідність подальших досліджень [4].

Snyder et al. (2019) зроблено висновок, що блокада рострального верхньощелепного нерву за допомогою комбінації лідокаїну та бупівакаїну за болісних стоматологічних процедур у ранні післяопераційні терміни виявилась ефективнішою, ніж внутрішньовенне введення мелоксикаму для контролю болю, спричиненого пульпотомією у собак [35].

Перспективним напрямком, не достатньо вивченим у ветеринарній медицині, наразі залишається використання у ветеринарній стоматології та щелепово-лицевій хірургії ліпосомно-інкапсульованого бупівакаїну [13]. Лише останнім часом можливість їх використання почала вивчатись у ветеринарній стоматології. Зокрема, Bartholomew & Smith (2025) вказують, що місцева анестезія у дозі 0,1 мл/кг 1,3 % розчином ліпосомно-інкапсульованого бупівакаїну, порівняно зі стандартним 0,5 %

розчином бупівакаїну, подовжувала тривалість анестезії з 6 до 12 годин [2].

Застосування бупівакаїну може мати аналгетичний ефект, що триває більше 24 годин (24–72) за використання в регіональних анестетичних блокадах у ветеринарних стоматологічних пацієнтів з гострим зубним болем. Результати дослідження показують, що додавання бупренорфіну може збільшити тривалість аналгетичного ефекту регіональних нервових блокад бупівакаїном до 48–96 годин [34].

Додавання бупренорфіну до місцевого анестетика, що використовується для внутрішньоротової нервової блокади, забезпечило 3-кратне збільшення тривалості післяопераційної аналгезії. Одночасно, у 75 % пацієнтів повна аналгезія зберігалася на 30 годин довше, ніж тривалість, забезпечена лише місцевим анестетиком [21].

Jang et al. (2022), використовуючи кількісний метод моніторингу нейронних нейронів (NMB), продемонстрували, що лідокаїн та буторфанол у комбінації можуть збільшити тривалість нервової блокади та поглибити глибину анестезії, порівняно із окремим використанням лідокаїну. Крім того, комбіноване застосування лідокаїну та опіоїдів (буторфанолу і трамадолу) було об'єктивним показником, який міг забезпечити більш клінічно стабільну нервову блокаду [12].

Хірургічні процедури та посттравматичне ведення стоматологічних пацієнтів вимагають ефективного знеболення під час лікування, але оскільки методи лікування значно більш інвазивні, ніж консервативні, анестезія необхідна і в післяопераційному періоді. Клінічні випробування інтенсивності болю після стоматологічних хірургічних процедур (зокрема, видалення молярів, встановлення імплантатів, пародонтальна та ендодонтична хірургія) показали, що біль є найінтенсивнішим приблизно через 5–6 годин після завершення процедури, досягаючи свого пікового рівня протягом першої післяопераційної доби. Для лікування періопераційного болю, пов'язаного з консервативним або хірургічним стоматологічним лікуванням, перевагу надають місцевим анестетикам (артикаїн, лідокаїн, мепівакаїн та прилокаїн). Для лікування посттравматичного та післяопераційного болю бупівакаїн, що вводиться за допомогою відповідної нервової блокади, ближче до завершення хірургічної процедури, може забезпечити пацієнту безболісний період до 12 годин [17].

В окремих випадках ефективність анестезуючого ефекту залежить від локалізації ураженого зуба. Зокрема, введення в інфраорбітальний канал, на тлі наркозу, 1 мл 2 % розчину лідокаїну або 2 % суміші лідокаїну та 0,5 % бупівакаїну (по 0,5 мл кожного) успішно заблокувала верхньощелепні ікла (МС), а результати знеболювання верхньощелепного четвертого та другого моляра виявились суперечливими [25].

За шкалою Американського товариства анестезіологів маса тіла, стать та класифікація фізичного стану не були статистично значущими факторами ризику смерті від анестезії. Одночасно, згідно з багатфакторним аналізом, лише старший вік залишався

значущим фактором ризику (коефіцієнт шансів 1,364) [42].

За даними Shoop-Worrall et al. (2022) ризик летальності за загального знеболювання пов'язаний із віком (порівняно із 0,5–1,5-річними тваринами, вищий у собак віком 5–9 років – у 4,9 раз, старших 9 років – у 12,8 разів), породою (порівняно із метисами, ймовірність загибелі вища у ротвейлерів – у 8,1 раз; вест-хайленд-вайт-тер'єрів – у 5,4 раз) [32].

Одночасно, дослідження Carter et al. (2017) показали, що собаки із захворюваннями серця, за умови анестезії кваліфікованим персоналом та ретельного спостереження під час рутинних стоматологічних процедур, не мають значно підвищеного ризику анестезіологічних ускладнень. Тому у пацієнтів, які входять до групи ризику стосовно серцевих захворювань, частіше використовують мідазолам та етомідат [6].

Крім того, до суттєвих факторів ризику належать порода, результати переданестезіологічних лабораторних аналізів, протокол застосування анестетичних препаратів, тип знеболення, терміновість процедури, складність процедури та тривалість анестезії [5].

За спостереженнями Matthews et al. (2017), значно вищу ймовірність смерті у собак прогнозували за відсутності проведення перед анестезією фізикального огляду та порушень гематокриту. Собаки за недостатньої маси тіла мали майже в 15 разів вищий ризик загибелі, порівняно із тваринами з нормальним індексом маси тіла [19].

За використання загальної анестезії у собак із стоматологічними проблемами рівень смертності у здорових собак становив 0,1 %, хворих стадії ASA III–V (за системою класифікації фізичного статусу пацієнтів Американського товариства анестезіологів – пацієнти із важкими системними захворюваннями) – 2,6 %) [38].

Stevens-Sparks & Strain (2010) вказують на можливу повну втрату слуху у собак внаслідок анестезії (без кореляції із фармакологічним засобом) за проведення стоматологічних процедур, що було задокументовано у 43 пацієнтів, на тлі більшої схильності геріатричних пацієнтів [37]. Загалом, правильна підготовка пацієнта та пильний моніторинг є найкращим захистом від проблем з анестезією у геріатричних тварин [1]. Зокрема, анестезія для геріатричних стоматологічних пацієнтів повинна розпочинатися з переданестезіологічного обстеження тварини, що включає збір анамнезу, лабораторні дані та фізикальний огляд. Анестезіологічний режим повинен включати препарати, які мають мінімальний вплив на системи органів, особливо на ті системи, яким може бракувати фізіологічного резерву [11].

Висновки

Метою проведеного огляду було порівняльне оцінювання наявних клінічних схем загального та місцевого знеболювання собак за стоматологічних маніпуляцій. Стоматологічні маніпуляції повинні проводитись на тлі знеболювання пацієнта. Адекватна анестезія досягається завдяки мульти-

модальному підходу, проте залишаються дискусійні питання щодо можливої комбінації різних фармакологічних засобів з метою посилення ефекту знеболення на тлі мінімізації побічних ефектів. Ризик летальності внаслідок використання анестезії залежить від зовнішніх (наявності захворювань, у тому числі обумовлених віковими змінами і породними особливостями) та внутрішніх чинників (терміновості, тривалості маніпуляції, вибору препарату). Оптимальним варіантом є використання провідникової анестезії на тлі мінімального дозування системних засобів (зокрема, наркотичних). Перспектива подальших досліджень пов'язана із клінічною апробацією нових фармакологічних засобів у ветеринарній стоматології.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Baetge, C. L., & Matthews, N. S. (2012). Anesthesia and analgesia for geriatric veterinary patients. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 42 (4), 643–653. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2012.05.001>
2. Bartholomew, K., & Smith, L. J. (2023). The Effectiveness of liposome-encapsulated bupivacaine compared to standard bupivacaine for anesthesia of the maxilla in dogs. *Journal of Veterinary Dentistry*, 42 (1), 80–85. <https://doi.org/10.1177/08987564231179885>
3. Berry, S. H. (2015). Analgesia in the Perioperative Period. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 45 (5), 1013–1027. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.04.007>
4. Bienhoff, S. E., Smith, E. S., Roycroft, L. M., Roberts, E. S., & Baker, L. D. (2011). Efficacy and safety of deracoxib for the control of postoperative pain and inflammation associated with dental surgery in dogs. *ISRN Veterinary Science*, 2011, 1–7. <https://doi.org/10.5402/2011/593015>
5. Bille, C., Auvigne, V., Bomassi, E., Durieux, P., Libermann, S., & Rattez, E. (2014). An evidence-based medicine approach to small animal anaesthetic mortality in a referral practice: the influence of initiating three recommendations on subsequent anaesthetic deaths. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 41 (3), 249–258. <https://doi.org/10.1111/vaa.12116>
6. Carter, J. E., Motsinger-Reif, A. A., Krug, W. V., & Keene, B. W. (2017). The effect of heart disease on anesthetic complications during routine dental procedures in dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 53 (4), 206–213. <https://doi.org/10.5326/jaaha-ms-6512>
7. Castejón-González, A. C., & Reiter, A. M. (2019). Locoregional anesthesia of the head. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 49 (6), 1041–1061. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.07.011>
8. Friembichler, S., Coppens, P., Säre, H., & Moens, Y. (2011). A scavenging double mask to reduce workplace contamination during mask induction of inhalation anesthesia in dogs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 53 (1). <https://doi.org/10.1186/1751-0147-53-1>
9. Gruen, M. E., Lascelles, B. D. X., Collieran, E., Gottlieb, A., Johnson, J., Lotsikas, P., Marcellin-Little, D., & Wright, B. (2022). 2022 AAHA pain management guidelines for dogs and cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 58 (2), 55–76. <https://doi.org/10.5326/jaaha-ms-7292>
10. Hamlin, J. (2011). How to perform dental prophylaxis to reduce periodontal disease. *The Veterinary Nurse*, 2 (3), 156–163. <https://doi.org/10.12968/vetn.2011.2.3.156>
11. Hartsfield, S. M. (1990). Anesthetic problems of the geriatric dental patient. *Problems in Veterinary Medicine*, 2 (1), 24–45.
12. Jang, S. S., Kim, H., Kwon, D. H., Yoon, E., Lee, D., & Lee, J.-H. (2022). Effectiveness of tramadol and butorphanol as an adjuvant to local anesthetic in mandibular nerve block in beagle dogs. *Journal of Veterinary Clinics*, 39 (5), 226–234. <https://doi.org/10.17555/jvc.2022.39.5.226>
13. Kellner, B., & Duffee, L. (2023). Liposomal bupivacaine in dentistry and oral and maxillofacial surgery. A review of human and veterinary literature. *Journal of Veterinary Dentistry*, 42 (1), 86–95. <https://doi.org/10.1177/08987564231157041>
14. Kerr, C. L., & Swanton, W. E. (2023). Anesthesia update - Incorporating methadone into companion animal anesthesia and analgesic protocols: A narrative review. *Canadian Veterinary Journal*, 64 (11), 1058–1065.
15. Lantz, G. C. (2003). Regional anesthesia for dentistry and oral surgery. *Journal of Veterinary Dentistry*, 20 (3), 181–186.
16. Lewis, J. R. (2013). Therapeutic decision making and planning in veterinary dentistry and oral surgery. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 43 (3), 471–487. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.02.009>
17. Malamed, S. F. (2023). Pain management following dental trauma and surgical procedures. *Dental Traumatology*, 39 (4), 295–303. Portico. <https://doi.org/10.1111/edt.12840>
18. Mathews, K. A. (2000). Nonsteroidal anti-inflammatory analgesics. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 30 (4), 783–804. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(08\)70007-x](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(08)70007-x)
19. Mathews, N. S., Mohn, T. J., Yang, M., Spofford, N., Marsh, A., Faunt, K., Lund, E. M., & Lefebvre, S. L. (2017). Factors associated with anesthetic-related death in dogs and cats in primary care veterinary hospitals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 250 (6), 655–665. <https://doi.org/10.2460/javma.250.6.655>
20. Mathis, J., Schilling, E., & Lobprise, H. (2024). Oral and dental pain management. *Journal of Veterinary Dentistry*, 42 (1), 10–23. <https://doi.org/10.1177/08987564241279550>
21. Modi, M., Rastogi, S., & Kumar, A. (2009). Buprenorphine with bupivacaine for intraoral nerve blocks to provide postoperative analgesia in outpatients after minor oral surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67 (12), 2571–2576. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.07.014>
22. Niemiec, B., Gawor, J., Nemec, A., Clarke, D., McLeod, K., Tutt, C., Gioso, M., Steagall, P. V., Chandler, M., Morgenege, G., & Jouppi, R. (2020). World Small Animal Veterinary Association Global Dental Guidelines. *Journal of Small Animal Practice*, 61 (7), 36–161. <https://doi.org/10.1111/jsap.13132>
23. O'Dwyer, L. (2014). The use of oral nerve blocks. *The Veterinary Nurse*, 5 (10), 574–579. <https://doi.org/10.12968/vetn.2014.5.10.574>
24. Ortilles, Á., Leiva, M., Allgoewer, I., & Peña, M. T. (2020). Intracanalicular injection of N-acetylcysteine as adjunctive treatment for sialoceles in dogs: 25 cases (2000–2017). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 257 (8), 826–832. <https://doi.org/10.2460/javma.257.8.826>
25. Pascoe, P. J. (2016). The effects of lidocaine or a lidocaine-bupivacaine mixture administered into the infraorbital canal in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 77 (7), 682–687. <https://doi.org/10.2460/ajvr.77.7.682>
26. Pavlica, M., Kržan, M., Nemec, A., Kosjek, T., Baš, A., & Seliškar, A. (2022). Cardiopulmonary effects and pharmacokinetics of dexmedetomidine used as an adjunctive analgesic to regional anesthesia of the oral cavity with levobupivacaine in dogs. *Animals*, 12 (9), 1217. <https://doi.org/10.3390/ani12091217>
27. Pavlica, M., Kržan, M., Nemec, A., Kosjek, T., Baš, A., & Seliškar, A. (2022). The pharmacokinetics of levobupivacaine 0.5% after infraorbital or inferior alveolar block in anesthetized dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1055231>
28. Pavlica, M., Kržan, M., Nemec, A., Nemec, M., Baš, A., Kosjek, T., & Seliškar, A. (2024). Serum cortisol and blood glucose concentrations in anesthetized dogs administered levobupivacaine and low-dose dexmedetomidine for regional anesthesia of the oral cavity. *Journal of Veterinary Dentistry*, 42 (1), 66–74. <https://doi.org/10.1177/08987564241270598>
29. Pieper, K. (2016). Perioperative schmerztherapie bei hund und katze – eine übersicht. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere / Heimtiere*, 44 (03), 200–208. <https://doi.org/10.15654/tpk-160084>

30. Raušer, P., & Fichtel, T. (2020). Early analgesic efficacy of morphine, butorphanol, lidocaine, bupivacaine or carprofen after periodontal treatment in dogs. *Journal of Veterinary Dentistry*, 37 (4), 184–191. <https://doi.org/10.1177/0898756420986926>
31. Sap, R., Hellebrekers, L. J., van Foreest, A. W., & ter Beek, F. J. (1997). Veterinaire tandheelkunde (13). Het gebruik van de combinatie medetomidine/ketamine bij de hond voor anesthesie bij tandheelkundige ingrepen: een evaluatie van een klinische toepassing. *Tijdschrift Voor Diergeneeskunde*, 122 (9), 248–251.
32. Shoop-Worrall, S. J., O'Neill, D. G., Viscasillas, J., & Brodbelt, D. C. (2022). Mortality related to general anaesthesia and sedation in dogs under UK primary veterinary care. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 49 (5), 433–442. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2022.03.006>
33. Simon, B. T., & Steagall, P. V. (2016). The present and future of opioid analgesics in small animal practice. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 40(4), 315–326. <https://doi.org/10.1111/jvp.12377>
34. Snyder, L. B. C., Snyder, C. J., & Hetzel, S. (2016). Effects of buprenorphine added to bupivacaine infraorbital nerve blocks on isoflurane minimum alveolar concentration using a model for acute dental/oral surgical pain in dogs. *Journal of Veterinary Dentistry*, 33 (2), 90–96. <https://doi.org/10.1177/0898756416657232>
35. Snyder, L. C., Snyder, C., & Beebe, D. (2018). Anesthesia and pain management. *Wiggs's Veterinary Dentistry*, 177–192. <https://doi.org/10.1002/9781118816219.ch9>
36. Steagall, P., & Pascoe, P. (2021). Pain management in the dental patient. *The Veterinary Dental Patient*, 139–168. <https://doi.org/10.1002/9781118974674.ch11>
37. Stevens-Sparks, C. K., & Strain, G. M. (2010). Post-anesthesia deafness in dogs and cats following dental and ear cleaning procedures. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 37 (4), 347–351. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2010.00543.x>
38. Varkoulis, K., Savvas, I., Anagnostou, T., Kazakos, G., & Pavlidou, K. (2023). A retrospective study on canine and feline mortality during anaesthesia at a University Clinic in Greece. *Animals*, 13 (15), 2486. <https://doi.org/10.3390/ani13152486>
39. Wallis, C., & Holcombe, L. J. (2020). A review of the frequency and impact of periodontal disease in dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 61 (9), 529–540. <https://doi.org/10.1111/jsap.13218>
40. Watanabe, R., Doodnaught, G., Proulx, C., Auger, J.-P., Monteiro, B., Dumais, Y., Beauchamp, G., Segura, M., & Steagall, P. (2019). A multidisciplinary study of pain in cats undergoing dental extractions: A prospective, blinded, clinical trial. *PLOS ONE*, 14 (3), e0213195. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213195>
41. Watt, M., Bilof, J., Ida, K. K., Jeffery, N., & Dickerson, V. (2025). Skin perfusion decreases after dexmedetomidine administration in dogs but remains stable for up to 60 minutes under general anesthesia. *American Journal of Veterinary Research*, 1–6. <https://doi.org/10.2460/ajvr.25.02.0057>
42. Spaar Weiss, M. R., Hutt, J. P., Stewart, S. D., & Volker, M. K. (2025). Risk factors associated with increased mortality within 14 days of general anesthesia in specialty veterinary dentistry and oral surgery practices. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 52 (4), 396–402. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2025.04.004>
43. Wimbish, C., Lynch, A. M., Knych, H. K., Ueda, Y., & Messenger, K. M. (2024). Pharmacokinetics of a continuous intravenous infusion of hydromorphone in healthy dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1362730>
44. Woodward, T. M. (2008). Pain management and regional anesthesia for the dental patient. *Topics in Companion Animal Medicine*, 23 (2), 106–114. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.02.007>

ORCID

D. Bilyi 	https://orcid.org/0000-0003-3896-0384
P. Skliarov 	https://orcid.org/0000-0002-4379-9583
D. Masiuk 	https://orcid.org/0000-0002-2800-2580
V. Samoiluk 	https://orcid.org/0000-0001-8400-8904
M. Lieshchova 	https://orcid.org/0000-0002-4251-4152
V. Vakulik 	https://orcid.org/0000-0001-8773-2287
S. Maslikov 	https://orcid.org/0000-0003-1353-3968



2025 by the author(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.

The effect of intramuscular administration of “Tryvit” preparation on protein content in the blood serum of mares in case of nutrients’ deficit in the ration

K. Suprunenko | N. Dmytrenko | L. Karysheva | V. Slynko

Article info

Correspondence Author

K. Suprunenko

E-mail:

kostiantyn.suprunenko@pdaa.edu.ua

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

Citation: Suprunenko, K., Dmytrenko, N., Karysheva, L., & Slynko, V. (2025). The effect of intramuscular administration of “Tryvit” preparation on protein content in the blood serum of mares in case of nutrients’ deficit in the ration. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 256–261. doi: 10.31210/spi2025.28.03.39

The research results were presented in the paper concerning the issues of indicators’ dynamics of vitamin A, total protein content in the blood serum and its fractional composition in mares at the last trimester of pregnancy and the first months of lactation under the effect of intramuscular administration of “Tryvit” preparation. For this purpose, the analysis was conducted as to ration of feeding mares on the nutrients’ content. In case of the latters’ deficit, in the control group the tendency to the decrease in total protein and vitamin A content is observed in the blood serum beginning from the ninth month of pregnancy. At the same period, the above mentioned indicators in vitaminized mares increase. After 30 days after “Tryvit” preparation administration, vitamin A indicator in the blood serum in the experimental group of mares in foal becomes almost 4 times higher ($p < 0.001$). Later on, up to 10 days before parturition, the probable difference ($p < 0.001$) in vitamin A content is preserved compared to the animals of the control group. On the 40th day of lactation, though the content of vitamin A in the blood serum of the mares in the experimental group decreased, it was almost twice higher ($p < 0.05$) than vitamin A content in the animals of the control group. A month before parturition, total protein content grew to the highest value during the study period, being higher ($p < 0.01$) than this indicator in the control group. A month after lactation, the tendency to the decrease in the total protein content in the blood serum of the mares in the experimental group was observed, and in the control group animals, the total protein content increased. Analyzing the dynamics of albumins’ content in the blood serum, almost the equal dynamics of their content was registered both in the control and experimental groups. Changes connected with protein globulins fraction redistribution took place. In the majority of cases, the content of α -globulins fell in the animals of the experimental group two months before the delivery, and no such changes occurred in the mares of the control group. In the blood serum of the experimental group mares, the content of β -globulins after administering “Tryvit” preparation to them gradually increased and a month after lactation, it was higher ($p < 0.01$) compared to the animals of the control group. It should be mentioned that during the whole research period, the highest content of β -globulins was observed in the blood serum of the control group mares a month before the parturition and this content was higher ($p < 0.05$) than the similar indicator in the experimental group mares. The dynamics of γ -globulins’ indicators in the two groups of animals was similar, but the increase in their content ($p < 0.001$) in the experimental group mares took place a month before the parturition.

Keywords: mares in foal (pregnant mares), blood serum, proteins of blood serum, retinol, vitamin A, carotene, ration’s nutritive value, feeding of mares, albumins, globulins.

Вплив внутрішньом’язового введення препарату «Тривіт» на вміст білків у сироватці крові кобил за дефіциту у раціоні поживних нутрієнтів

K. В. Супруненко | Н. І. Дмитренко | Л. П. Каришева | В. Г. Слинько

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

У роботі наведені результати досліджень з питань динаміки показників вмісту вітаміну А, загального білку у сироватці крові та його фракційний склад у кобил в останній триместр жеребності та перші місяці лактації під впливом внутрішньом’язового введення препарату «Тривіт». З цією метою був проведений аналіз раціону годівлі кобил на вміст поживних нутрієнтів. За дефіциту останніх у групі контролю спостерігається тенденція до зниження вмісту загального білку та вітаміну А у сироватці крові починаючи з дев’ятого місяця жеребності. У цей же період у вітамінізованих кобил дані показники збільшуються. Через 30 днів після застосування препарату «Тривіт», у дослідній групі жеребних кобил, показник вмісту вітаміну А у сироватці крові підвищується, майже, у чотири рази ($p < 0.001$). У подальшому, до 10 доби перед пологами зберігається вірогідна ($p < 0.001$) різниця у вмісті вітаміну А у порівнянні з тваринами групи контролю. На 40-ву добу лактації, хоча і знижувався вміст вітаміну А у сироватці крові кобил дослідної групи, але він був, майже, у двічі вищим ($p < 0.05$) від такого показника у тварин групи контролю. За місяць до пологів у кобил дослідної групи вміст загального білку підвищувався до найбільшого значення за період досліджень, будучи вищим ($p < 0.01$) від цього показника у групи контролю. Через місяць лактації спостерігалася тенденція до зниження вмісту загального білку в сироватці крові кобил дослідної групи, а у тварин групи контролю до підвищення. Аналізуючи динаміку вмісту альбумінів у сироватці крові спостерігали, майже однаково динаміку їх вмісту в контрольній та дослідній групах. У глобуліновій фракції білків відбувалися зміни пов’язані з їх перерозподілом. У переважній більшості вміст α -глобулінів знижувався у тварин дослідної групи за два місяці до пологів, а у кобил групи контролю таких змін не відбувалося. У сироватці крові кобил дослідної групи вміст β -глобулінів, після введення їм препарату «Тривіт», поступово збільшувався та через місяць лактації був вищим ($p < 0.01$) у порівнянні з тваринами групи контролю. Слід зауважити, що у сироватці крові кобил контрольної групи за місяць до вижеребки спостерігався найвищий вміст β -глобулінів за увесь період дослідження, який був вищим ($p < 0.05$) від такого у кобил дослідної групи. Динаміка показників γ -глобулінів в обох групах тварин була схожою, але підвищення ($p < 0.001$) вмісту їх у кобил дослідної групи відбувалося за місяць до пологів.

Ключові слова: жеребні кобили, сироватка крові, білки сироватки крові, ретинол, вітамін А, каротин, поживність раціону, годівля кобил, альбуміни, глобуліни.

Бібліографічний опис для цитування: Супруненко К. В., Дмитренко Н. І., Каришева Л. П., Слинько В. Г. Вплив внутрішньом’язового введення препарату «Тривіт» на вміст білків у сироватці крові кобил за дефіциту у раціоні поживних нутрієнтів. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 256–261.

Вступ

Жеребність є доволі напруженим фізіологічним станом, що обумовлений змінами у складних обмінних процесах, зокрема вітамінному та білковому [1]. Такі зміни обумовлені необхідністю адекватного росту та розвитку плода, забезпечення його усіма необхідними поживними речовинами, а також підготовкою організму кобили до лактації [2].

Білки сироватки крові кобил, зокрема, альбуміни та різні фракції глобулінів виконують різноманітні функції. Вони підтримують онкотичний тиск, транспортують поживні речовини, регулюють імунні процеси [3]. Ті чи інші зрушення у білковому складі сироватки крові можуть стати маркерами у порушеннях метаболізму та змін фізіологічного стану жеребної кобили.

Ретинол відноситься до жиророзчинних вітамінів, що відіграє важливу роль у обмінних процесах, росту клітин та їх диференціації, регуляції імунного захисту, а також рості та розвитку плода [4]. Дефіцит ретинолу, під час жеребності, може спричинити порушення ембріогенезу, зниження рівня імунного захисту та викликати проблеми у репродукції [1, 5].

Особливу цікавість викликають дослідження пов'язані зі змінами у білковому та вітамінному обміні у кобил в останній триместр жеребності, оскільки, у цей період усі системи в організмі тварин знаходяться у доволі напруженому стані, а плід швидко росте і розвивається [6].

У останні три місяці жеребності відбувається розрідження крові, що спричинює зниження вмісту альбумінів, стимуляцію захисних механізмів, що викликає зміни у вмісті глобулінової фракції [3, 7].

У цей період розвитку плід потребує значної кількості вітаміну А, що може викликати недостатність його в організмі кобили, а особливо на фоні дефіциту каротину у кормах та сезонних коливань [5, 8–12].

У сучасних умовах ведення конярства існує досить широка лінійка кормів промислового виробництва для годівлі коней [13]. Ці корми здатні задовольнити потребу організму тварин різних порід за будь-якого навантаження та фізіологічного стану [14–16].

Нажаль, не усі господарі тварин можуть правильно збалансувати раціон годівлі коней. Особливої уваги заслуговує годівля глибоко жеребних та лактуючих кобил, оскільки дефіцит поживних компонентів вплине на ріст і розвиток як плода, так і молодняку [17]. Тривала недостатність білкових компонентів у раціоні годівлі кобил здатна викликати доволі суттєві порушення у обміні речовин, що спричинить низку негативних наслідків, таких як, розлади гормонального статусу, зниження загальної резистентності організму, метаболічні розлади та інші [18, 19]. Такі глибокі розлади гомеостазу у організмі кобил на фоні недостатності вітамінів можуть спричинити порушення гомеостазу в плоді та новонароджених лошат, наслідком чого може бути аборт або народження слабкого не життєздатного молодняку [20].

Тому головним завданням лікарів ветеринарної медицини у кінних господарствах є моніторинг статусу організму кобил та своєчасна корекція критичних змін. Ось чому з'ясування динаміки показників білкового та вітамінного обмінів на фоні недостатньо поживного раціону годівлі є актуальним.

Мета дослідження

Дослідити вплив внутрішньом'язового введення препарату «Тривіт» на динаміку показників білкового та А-вітамінного обмінів за дефіциту поживних речовин у раціоні годівлі кобил останнього триместру жеребності та впродовж двох місяців лактації.

Матеріали і методи

Експериментальні дослідження проводилися у в умовах «Олександрійського» кінного заводу Кіровоградської області на 5–10 річних кобилах української верхової породи у останній триместр жеребності та впродовж двох місяців після вижеребки.

Для проведення наших досліджень було сформовано дві групи кобил.

Дослідній групі тварин (n=7) за 90 діб до вижеребки внутрішньом'язово вводили препарат «Тривіт» тричі з інтервалом у сім діб в дозі 700000 ОД у перерахунку на вміст вітаміну А.

Друга група тварин (n=7) слугувала контролем.

Тваринам цієї групи жодних вітамінних препаратів не застосовували.

Тварини дослідної та контрольної груп знаходилися за однакових умов годівлі та утримання.

У сироватці крові тварин визначали вміст вітаміну А за методикою О. Бессея у модифікації Левченка зі співавторами (1998), загального білку за допомогою рефрактометра RL-2, та його фракцій – турбідиметричним методом за допомогою КФК-2 [21].

Також визначали вміст протеїну методом К'ельдаля, а каротину ГОСТ 13496.17-95 [22].

Отриманий цифровий матеріал обробляли з використанням методів варіаційної статистики на комп'ютері за програмою «Excel». Вираховували середнє арифметичне (М) та середню похибку середнього значення (m).

Результати та їх обговорення

Для з'ясування рівня забезпеченості кобил кормовими нутрієнтами було досліджено загальну поживність раціону годівлі тварин яка склала 9,4 к.од. за нормативної потреби у 8,75. Вміст перетравного протеїну був на рівні 640,97 гр., за фізіологічної потреби у 870 гр. Також у раціоні годівлі жеребних кобил був встановлений дефіцит каротину – 178,64 гр.. Отже, аналізуючи дані загальної поживності раціону можна стверджувати про недостатність перетравного протеїну та каротину, що є головним попередником для утворення вітаміну А у організмі тварин. За недостатності каротину у кормах в організмі виникає дефіцит вітаміну А який

компенсується за рахунок депонованої кількості його у печінці, жировій тканині та інших тканинах. Але, слід зауважити, що компенсаторні механізми спрацьовують лише до певного вмісту його у тканинах, а у подальшому проявляються клінічні ознаки патології. Дефіцит білків у раціоні годівлі коней може провокувати виникнення гіповітамінозу А, як прямим, так і опосередкованим впливом.

Такі твердження мають підґрунтя, оскільки вміст загального білку у сироватці крові кобил за 90 дів до вижеребки становив $72,28 \pm 1,77$ та $69,31 \pm 2,47$ г/л у контрольній та дослідній групах відповідно (рис. 1).

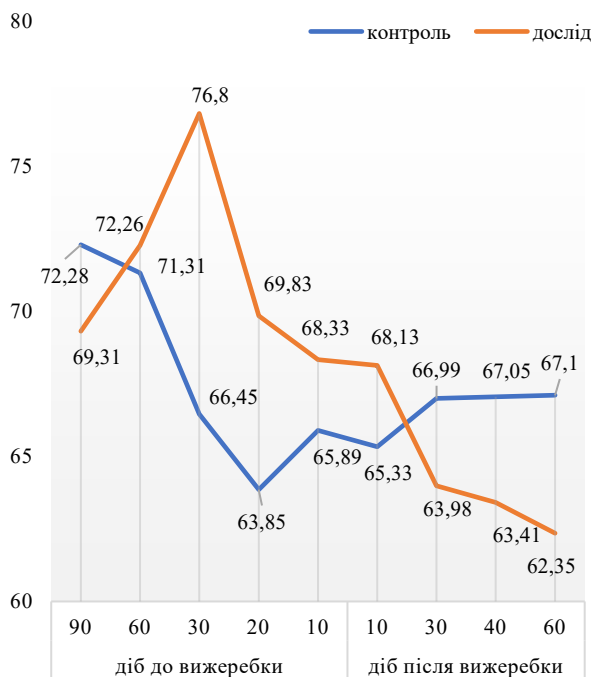


Рис. 1. Динаміка показників вмісту загального білку у сироватці крові кобил (г/л)

У подальшому, за 20 дів до вижеребки, відбувалося зниження вмісту загального білку сироватки крові кобил контрольної групи до $63,85 \pm 0,95$ г/л, вочевидь, це природний процес, що пов'язаний зі збільшенням об'єму крові, зниженням синтезу білків та недостатнім надходженням протеїнів з кормом. Поряд з цим, слід зауважити, що у останній триместр плод найбільш інтенсивно росте і пластичні речовини, у тому числі білки, використовуються у цьому процесі. Після вижеребки на 60 добу відбувалося, хоча і повільне, але збільшення вмісту цього показника до $67,1 \pm 1,7$ г/л. Такий його вміст істотно не змінювався у порівнянні з 30-ю добою до вижеребки. На нашу думку, це пов'язано з використанням білків на утворення молозива та молока.

Окремої уваги заслуговує фракційний склад білків сироватки крові кобил. За 20 дів до вижеребки спостерігалось зниження вмісту альбумінів у сироватці крові до $30,63 \pm 1,4$ % у порівнянні з цим показником за три місяці до пологів (рис. 2).

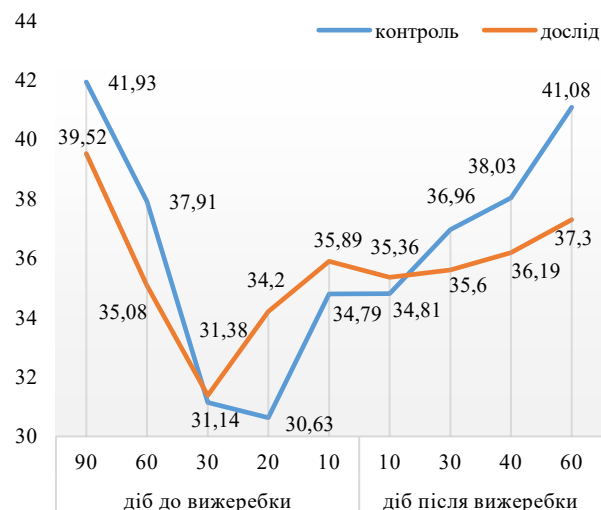


Рис. 2. Динаміка показників вмісту альбумінів у сироватці крові кобил (%)

Ми вважаємо, що такі зміни пов'язані з підтримкою онкотичного тиску крові та використанням їх як джерела амінокислот. Слід зауважити, що за 10 дів до вижеребки даний показник підвищується і становить $34,79 \pm 1,72$ %. Вочевидь, таке підвищення вмісту альбумінів пов'язано з періодом родового стресу, оскільки їх вміст тримається на одному рівні до 10 доби після пологів.

У подальшому, до 60 доби після пологів їх вміст поступово підвищується до показників початку останнього триместру жеребності.

Динаміка до зниження вмісту альбумінів у сироватці крові кобил останнього періоду жеребності пов'язана з доволі інтенсивним періодом росту плода. Поряд з цим підвищується токсичне навантаження на організм кобили [3], а дана фракція білків транспортує ці речовини у нирки та печінку.

За три місяці до вижеребки вміст α -глобулінів становив $21,58 \pm 0,84$ % (рис. 3).

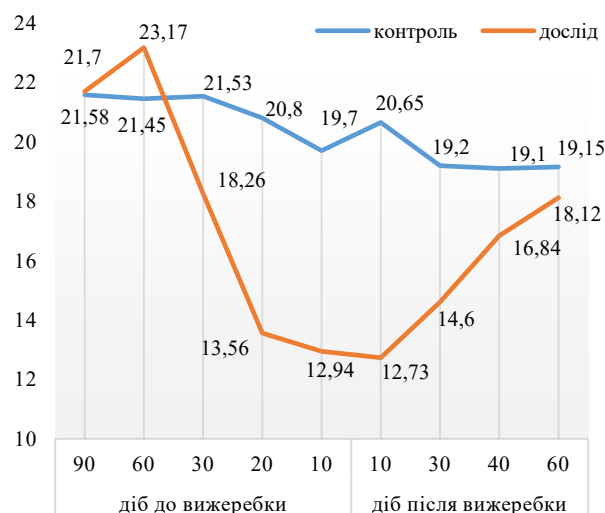


Рис. 3. Динаміка показників вмісту α -глобулінів у сироватці крові кобил (%)

У подальшому, як до пологів, так і впродовж двох місяців після них, дана фракція зазнає певних змін, але вони не є показовими у групі контролю.

До складу β -глобулінової фракції входять такі речовини як, трансферин, фібріноген, гемопексин, ліпопротеїди та інші білкові комплекси. За три місяці до вижеребки їх вміст був на рівні $17,91 \pm 0,91$ %. У зв'язку зі збільшенням потреби плода у поживних речовинах, у тому числі і ліпідних комплексів, дана фракція білків транспортує такі речовини до плаценти та інших тканин, оскільки ліпіди мають значну енергетичну цінність. На цьому фоні спостерігали підвищення вмісту β -глобулінової фракції за 30 днів до пологів до $29,5 \pm 1,13$ %. У подальшому, до 10 доби після вижеребки відбувалося зниження вмісту білків цієї фракції до $20,79 \pm 1,12$ %. Вочевидь, це пов'язано з масованим депонуванням ліпідних комплексів під час жеребності та поступовим їх витрачанням тваринами контрольної групи (рис. 4).

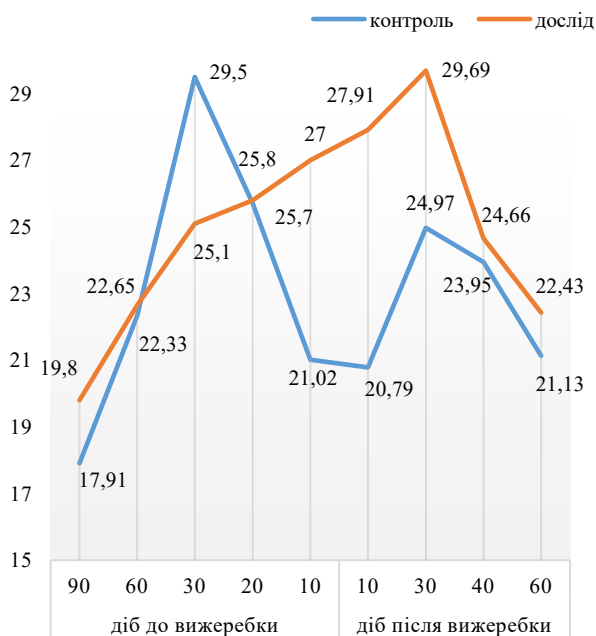


Рис. 4. Динаміка показників вмісту β -глобулінів у сироватці крові кобил (%)

Подальша динаміка змін β -глобулінової фракції білків, на нашу думку, пов'язана з процесами молокоутворення та молоковиділенням.

У переважній більшості гуморальний захист організму тварин забезпечують імуноглобуліни, що входять до складу γ -глобулінової фракції білків. На початку своїх досліджень ми не спостерігали суттєвих змін у динаміці даного показника. Але за 20 днів до пологів відбулося підвищення даного показника до $22,85 \pm 1,09$ %, (рис. 5). що, вочевидь пов'язано з початком накопичення їх у молочній залозі. Така тенденція спостерігалася до 10 доби лактації, становлячи $23,73 \pm 1,1$ %, що спричиняється виведенням їх з молозивом. До 30 доби вміст γ -глобулінів стабілізується і знаходиться на рівні 9-го місяця жеребності.

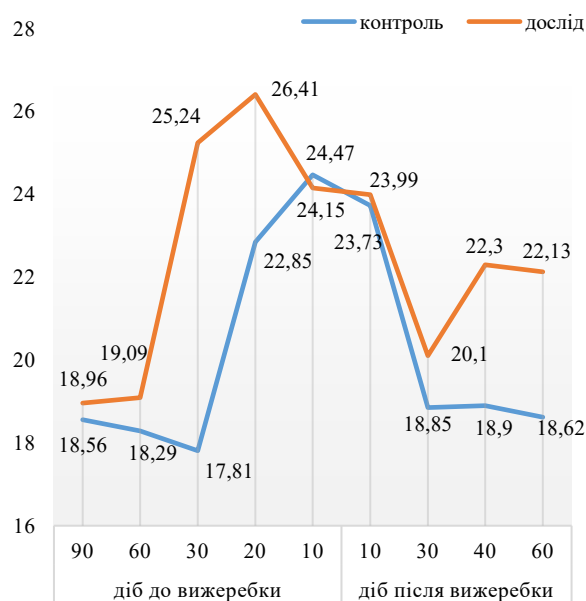


Рис. 5. Динаміка показників вмісту γ -глобулінів у сироватці крові кобил (%)

За дефіциту каротину в кормах відбувається зниження рівня синтезу ретинолу в організмі тварин [2]. Нами було з'ясовано, що у кобил дев'ятого місяця жеребності вміст ретинолу був на рівні $4,59 \pm 0,26$ мкг/100 мл, що майже у двічі нижче від фізіологічної норми. До моменту пологів спостерігалася тенденція до зниження його вмісту у сироватці крові кобил, становлячи $2,51 \pm 0,26$ мкг/100 мл за 10 днів до вижеребки. Також така динаміка вмісту ретинолу у сироватці крові пов'язана із зростаючою потребою плода у вітаміні А для росту і розвитку (рис. 6).

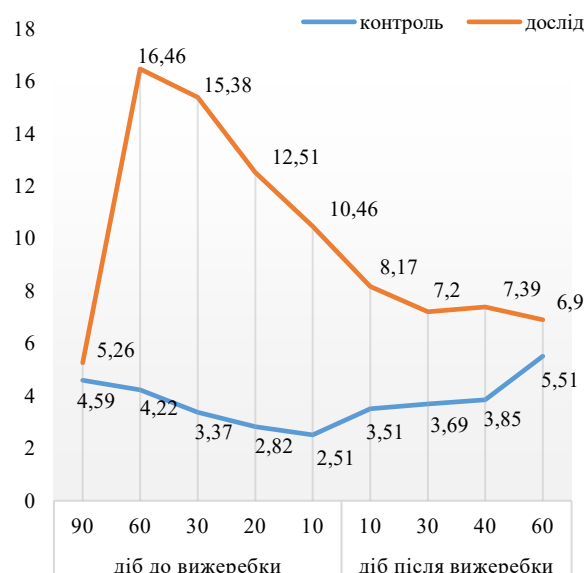


Рис. 6. Динаміка показників вмісту ретинолу у сироватці крові кобил (мкг/100 мл)

Зниження рівня ретинолу в сироватці крові кобил клінічно проявлялася у вигляді тьмяності волоссяного

покриву, волосіння було скуйовджене, копитний ріг мав матовий відтінок.

Окрему цікавість викликають дані отримані нами після внутрішньом'язового введення, курсовим призначенням, препарату «Тривіт».

За три місяці до пологів вміст загального білку у сироватці крові кобил становив $69,31 \pm 2,47$ г/л. Застосувавши препарат, впродовж двох місяців ми спостерігали підвищення його вмісту до $76,8 \pm 1,44$ г/л, ($p < 0,01$) відносно показника контрольної групи. Вочевидь, така динаміка викликана підвищенням всмоктуванням протеїнів з кишечника тварин. За 20 дів до вижеребки, хоча і продовжувалося зниження вмісту загального білка у сироватці крові кобил дослідної групи, але він був вищим $69,83 \pm 1,95$ г/л, ($p > 0,05$) ніж такий у контрольній групі. До 60 доби після пологів відбувалося зниження цього показника у тварин дослідної групи майже до нижньої межі фізіологічної норми, становлячи $62,35 \pm 1,15$ г/л. Вочевидь, така динаміка пов'язана з тим, що з молозивом та молоком тварина виводить з організму білки, у тому числі і власного тіла.

Динаміка показників вмісту альбуміні в сироватці крові кобил дослідної групи не має суттєвих відмінностей від таких у контрольній (рис. 2).

Визначивши вміст α -глобулінів, нами було встановлено, що його вміст у кобил 9-го місяця жеребності дослідної групи був на рівні $21,7 \pm 1,05$ % (рис. 3). Після введення препарату «Тривіт» відбувалося не значне зростання цього показника через 30 дів, вочевидь це пов'язано з процесами розсмоктування препарату та транспортуванням його у печінку. У подальшому відбувалося зниження їх вмісту до $13,56 \pm 1,24$ % ($p < 0,01$). На нашу думку, така динаміка показників викликана перерозподілом між іншими фракціями білків, зокрема γ -глобуліновою. На 30 добу лактації даний показник починає підвищуватися до $14,6 \pm 0,77$ % ($p < 0,05$), але залишається нижчим від такого у кобил контрольної групи.

Динаміка показників вмісту β -глобулінів має тенденцію до поступового підвищення, але за 30 дів до пологів перебуває на нижчому рівні ніж у тварин контрольної групи, становлячи $25,1 \pm 1,4$ % ($p < 0,05$). Вочевидь, тварини, яким вводили препарат «Тривіт» не депонують у великих кількостях ліпідні комплекси у молочній залозі. До 30 доби лактації вміст β -глобулінів підвищувався, становлячи $29,69 \pm 0,72$ % ($p < 0,01$) (рис. 4) у порівнянні з аналогічним періодом у тварин контрольної групи. До 60 доби відбувалося зниження показників даної фракції до меж початку дослідження.

Після застосування препарату «Тривіт» ми визначили вміст γ -глобулінів у сироватці крові кобил дослідної групи, він становив $18,96 \pm 0,82$ % на 9 місяці жеребності. За 30 дів до пологів спостерігали підвищення їх вмісту до $25,24 \pm 0,91$ % ($p < 0,001$) у порівнянні з тваринами контрольної групи. Ми вважаємо, що таке підвищення показника відбулося за рахунок стимулювання синтезу імуноглобулінів яке пов'язано з введенням вітамінного препарату та перерозподілом у β -глобуліновій фракції. За 20 дів до вижеребки продовжувалося збільшення вмісту

γ -глобулінів у дослідній групі ($p < 0,05$). За 10 днів до пологів та після них кількість γ -глобулінів у сироватці крові тварин обох груп була майже однаковою. Вочевидь, зниження цього показника у тварин дослідної групи можливо пояснити більшим накопиченням імунних комплексів у молочній залозі, оскільки, до 30 доби лактації відбувалося зниження цього показника, що пов'язано з виведенням імунних білків з молозивом та молоком кобили. На 40 добу лактації відбувалося підвищення вмісту γ -глобулінів до $22,3 \pm 1,28$ % ($p < 0,05$). Таке підвищення показника відбувається за рахунок зниженого виділення імунних білків з молоком (рис. 5).

За 90 дів до вижеребки вміст вітаміну А у сироватці крові кобил становив $5,26 \pm 0,63$ мкг/100 мл. Після введення препарату «Тривіт» за 60 дів до пологів ми спостерігали підвищення даного показника до $16,46 \pm 1,21$ мкг/100 мл ($p < 0,001$) у порівнянні з тваринами контрольної групи. У подальшому відбувалося поступове зниження вмісту вітаміну А у сироватці крові кобил дослідної групи. Навіть після дворазового зниження його вмісту на 30 добу лактації (рис. 6) він був на рівні $7,2 \pm 0,82$ мкг/100 мл ($p < 0,01$), у порівнянні з тваринами контрольної групи.

Отримані нами, дані за вмістом загального білку у сироватці крові кобил узгоджуються з дослідженнями інших дослідників [3, 18]. Не співпадиння динаміки показників вмісту α -глобулінів у сироватці крові кобил останнього місяця жеребності у дослідній групі тварин вочевидь викликано розрідженням крові, корегуючою дією олійного розчину «Тривіт», недостатністю поживних нутрієнтів та зміненним, на цьому фоні, гормональним статусом у кобил.

Висновки

Утримання жеребних кобил на раціоні дефіцитному за перетравним протеїном та каротином приводить до зниження вмісту загального білку та вітаміну А у сироватці крові тварин. Внутрішньом'язове введення препарату «Тривіт» трічі з інтервалом у сім дів в дозі 700000 ОД у перерахунку на вміст вітаміну А, підвищує вміст його у сироватці крові у три рази, що дає змогу депонувати його у необхідних кількостях. Введення препарату «Тривіт» стимулює синтез γ -глобулінів у сироватці крові кобил останнього місяця жеребності до $25,24 \pm 0,91$ %.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Schweigert, F. J., & Gottwald, C. (1999). Effect of parturition on levels of vitamins A and E and of β -carotene in plasma and milk of mares. *Equine Veterinary Journal*, 31 (4), 319–323. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb03824.x>

2. Harvey, J. W., Pate, M. G., Kivipelto, J., & Asquith, R. L. (2005). Clinical biochemistry of pregnant and nursing mares. *Veterinary Clinical Pathology*, 34 (3), 248–254. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.2005.tb00049.x>
3. Piccione, G., Alberghina, D., Marafioti, S., Giannetto, C., Casella, S., Assenza, A., & Fazio, F. (2011). Electrophoretic serum protein fraction profile during the different physiological phases in comisana ewes. *Reproduction in Domestic Animals*, 47 (4), 591–595. Portico. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2011.01925.x>
4. Bastos Maia, S., Rolland Souza, A. S., Costa Caminha, M. de F., Lins da Silva, S., Callou Cruz, R. de S. B. L., Carvalho dos Santos, C., & Batista Filho, M. (2019). Vitamin A and pregnancy: A narrative review. *Nutrients*, 11 (3), 681. <https://doi.org/10.3390/nu11030681>
5. Kuhl, J., Aurich, J. E., Wulf, M., Hurtienne, A., Schweigert, F. J., & Aurich, C. (2011). Effects of oral supplementation with β -carotene on concentrations of β -carotene, vitamin A and α -tocopherol in plasma, colostrum and milk of mares and plasma of their foals and on fertility in mares. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96 (3), 376–384. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01150.x>
6. Sapin, V., Alexandre, M. C., Chaïb, S., Bournazeau, J. A., Sauviant, P., Borel, P., Jacquetin, B., Grolier, P., Lémery, D., Dastugue, B., & Azais-Braesco, V. (2000). Effect of vitamin A status at the end of term pregnancy on the saturation of retinol binding protein with retinol. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71 (2), 537–543. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.2.537>
7. Bondo, T., & Jensen, S. K. (2010). Administration of RRR- α -tocopherol to pregnant mares stimulates maternal IgG and IgM production in colostrum and enhances vitamin E and IgM status in foals. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95 (2), 214–222. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01043.x>
8. Johansson, B., Persson Waller, K., Jensen, S. K., Lindqvist, H., & Nadeau, E. (2014). Status of vitamins E and A and β -carotene and health in organic dairy cows fed a diet without synthetic vitamins. *Journal of Dairy Science*, 97 (3), 1682–1692. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7388>
9. Jensen, S. K., Johannsen, A. K. B., & Hermansen, J. E. (1999). Quantitative secretion and maximal secretion capacity of retinol, β -carotene and α -tocopherol into cows' milk. *Journal of Dairy Research*, 66 (4), 511–522. <https://doi.org/10.1017/s0022029999003805>
10. Meram, I., Bozkurt, A. I., Kılınçer, S., Özçirpici, B., & Özgür, S. (2004). Vitamin A and β -Carotene Levels During Pregnancy in Gaziantep, Turkey. *Acta Medica (Hradec Kralove, Czech Republic)*, 47 (3), 189–193. <https://doi.org/10.14712/18059694.2018.90>
11. Mäenpää, P. H., Koskinen, T., & Koskinen, E. (1988). Serum profiles of vitamins A, E and D in mares and foals during different seasons. *Journal of Animal Science*, 66 (6), 1418. <https://doi.org/10.2527/jas1988.6661418x>
12. Mäenpää, P. H., Pirhonen, A., & Koskinen, E. (1988). Vitamin A, E and D nutrition in mares and foals during the winter season: Effect of feeding two different vitamin-mineral concentrates. *Journal of Animal Science*, 66(6), 1424. <https://doi.org/10.2527/jas1988.6661424x>
13. Trombetta, M. F., Accorsi, P. A., & Falaschini, A. (2010). Effect of Beta-Carotene Supplementation on Italian Trotter Mare Peripartum. *Journal of Equine Science*, 21 (1), 1–6. <https://doi.org/10.1294/jes.21.1>
14. Ibatullin, I. I., & Zhukorskyi, O. M. (Red.) (2016). *Dovidnyk z povnotsinnoi hodivli silskohospodarskykh tvaryn*. Kyiv: Ahrama nauka [in Ukrainian]
15. Donoghue, S., Kronfeld, D. S., Berkowitz, S. J., & Copp, R. L. (1981). Vitamin A Nutrition of the equine: Growth, serum biochemistry and hematology. *The Journal of Nutrition*, 111 (2), 365–374. <https://doi.org/10.1093/jn/111.2.365>
16. Del Prete, C., Vastolo, A., Pasolini, M. P., Cocchia, N., Montano, C., & Cutrignelli, M. I. (2024). Effects of maternal dietary supplementation with antioxidants on clinical status of mares and their foal. *BMC Veterinary Research*, 20 (1). <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04252-z>
17. Shcherbatyi, A. R. (2010). Vmist vitaminiv A i E u krovii zherebnykh kobyl. *Naukovyi Visnyk Vetrynarnoi Medytsyny ta Biotehnologii. Seriya "Vetrynarni Nauky"*, 12 (2), 350–354. [in Ukrainian]
18. Holovakha, V. I. (2002). Pokaznyky bilkovoho obminu u konematok. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi aharnoi akademii*, 21 (2), 264–268. [in Ukrainian]
19. Satué, K., La Fauci, D., Medica, P., Damiá Giménez, E., Cravana, C., & Fazio, E. (2025). Shifts between pro-inflammatory and anti-inflammatory profiles in pregnant mares: a review of physiological functions. *Frontiers in Veterinary Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1660759>
20. Suprunenko, K. V. (2005). A-hipovitaminoz u kobyl za nestachi peretraynogo proteinu i karotyну u kormakh. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Aharnoi Akademii*, 2, 123–124. [in Ukrainian]
21. Levchenko, V. I. (Red.). (2010). *Metody laboratornoi klinichnoi diahnozyky khvorob tvaryn*. Kyiv: Ahrama osvita [in Ukrainian]
22. HOST 13496.17-95 Korma. *Metody vyznachennia karotyну. Chynnyi vid 1998-04-01*. (1997). Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=92165 [in Ukrainian]

ORCID

K. Suprunenko 	https://orcid.org/0000-0003-4715-0738
N. Dmytrenko 	https://orcid.org/0000-0001-5336-2361
L. Karysheva 	https://orcid.org/0000-0002-0124-4774
V. Slynko 	https://orcid.org/0000-0002-1673-5840



2025 by the author(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.

Diagnostic effectiveness of conducting passive flotation in case of canine dipylidiasis

A. Nikitan✉

Article info

Correspondence Author

A. Nikitan

E-mail:

raiden9917@gmail.comPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine**Citation:** Nikitan, A. (2025). Diagnostic effectiveness of conducting passive flotation in case of canine dipylidiasis. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 262–266. doi: 10.31210/spi2025.28.03.40

Dipylidiasis is a cestodous disease caused by the bio-helminth of *Dipylidium caninum* species, which is localized in the small intestine of dogs, cats, and other carnivorous animals. The pathogen has zoonotic potential, since it can infect humans. Therefore, early diagnostics is important in order to prescribe appropriate treatment in time and increase the effectiveness of preventive measures. The methods for diagnosing dipylidiasis have to be quick and convenient to use, as well as have high sensitivity. Therefore, the aim of the research was to find the diagnostic effectiveness of the known coproscopical methods in detecting cestode cocoons. Experimental studies were performed in the laboratory of parasitology of Poltava State Agrarian University. The methods of passive flotation using hypertonic solutions were compared: sodium chloride (Fulleborn's), ammonium nitrate (Kotelnikov-Khrenov's), sugar and formalin (Sheeter's), bischofite (Dakhno's) and calcium nitrate (Melnichuk's) at different exposure times of copro-samples: 10 min, 15 min and 20 min. It was found by the conducted studies that, depending on the exposure of the copro-samples, the sensitivity of the tested methods in detecting dipylidia cocoons ranged from 7.14 to 21.43 % when using hypertonic sodium chloride solution, from 64.29 to 78.57 % when using ammonium nitrate, from 14.29 to 42.86 % when using sugar and formalin, from 64.29 to 71.43 % when using bischofite, and from 71.43 to 92.86 % when using calcium nitrate. The highest rates of dipylidiasis invasion intensity were found when using calcium nitrate solution, where, depending on the exposure, they ranged from 16.67 to 21.54 cocoons/g. Melnychuk's method at an exposure of 10 min exceeded the effectiveness of Fulleborn's method by 2.5 times, Sheeter's – by 2.5 times, Kotelnikov-Khrenov's – by 1.3 times; at an exposure of 15 min – Fulleborn's – by 3.1 times and Sheeter's – by 2.3 times; at an exposure of 20 min – Fulleborn's – by 2.4 times, Sheeter's – by 1.8 times, Kotelnikov-Khrenov's – by 1.1 times. The obtained data allow us to recommend the passive flotation method using hypertonic calcium nitrate solution as an effective and sensitive method for laboratory coproscopical diagnostics of canine dipylidiasis.

Keywords: parasitology, dogs, dipylidiasis, laboratory diagnostics, coproscopy, effectiveness.

Діагностична ефективність проведення пасивної флотації при дипілідіозі собак

А. Д. Нікітан

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Дипілідіоз – цестодозне захворювання, що викликається біогельмінтом виду *Dipylidium caninum*, який локалізується у тонкому відділі кишечника собак, котів та інших м'ясоїдних тварин. Збудник має зоонозний потенціал, оскільки може заражати людину. Тому рання діагностика є важливою для того, щоб своєчасно призначити відповідне лікування та підвищити ефективність профілактичних заходів. Способи діагностики дипілідіозу повинні бути швидкими та зручними у використанні, а також володіти високою чутливістю. У зв'язку з цим, метою досліджень було встановити діагностичну ефективність відомих способів копроскопії при виявленні коконів цестод. Експериментальні дослідження виконували у лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету. Порівнювали способи пасивної флотації із застосуванням гіпертонічних розчинів: натрію хлориду (Фюллеборна), аміачної селітри (Котельникова-Хренова), цукру та формаліну (Шитера), бішофіту (Дахна) та кальцієвої селітри (Мельничука) за різних експозицій копропроб: 10 хв, 15 хв та 20 хв. Проведеними дослідженнями встановлено, що залежно від експозиції копропроб чутливість випробуваних способів при виявленні коконів дипілідій коливалася у межах при використанні гіпертонічного розчину натрію хлориду – від 7,14 до 21,43 %, аміачної селітри – від 64,29 до 78,57 %, цукру та формаліну – від 14,29 до 42,86 %, бішофіту – від 64,29 до 71,43 %, кальцієвої селітри – від 71,43 до 92,86 %. Найвищі показники інтенсивності дипілідіозної інвазії виявлено при застосуванні розчину кальцієвої селітри, де залежно від експозиції вони коливалися у межах від 16,67 до 21,54 коконів/г. Спосіб Мельничука за експозиції 10 хв перевищував результативність способу Фюллеборна (у 2,5 раза), Шитера (у 2,5 раза), Котельникова-Хренова (у 1,3 раза); за експозиції 15 хв – Фюллеборна (у 3,1 раза) та Шитера (у 2,3 раза); за експозиції 20 хв – Фюллеборна (у 2,4 раза), Шитера (у 1,8 раза), Котельникова-Хренова (у 1,1 раза). Отримані дані дозволяють рекомендувати спосіб пасивної флотації із використанням гіпертонічного розчину кальцієвої селітри як ефективний та чутливий метод лабораторної копроскопічної діагностики дипілідіозу собак.

Ключові слова: паразитологія, собаки, дипілідіоз, лабораторна діагностика, копроскопія, ефективність.**Бібліографічний опис для цитування:** Нікітан А. Д. Діагностична ефективність проведення пасивної флотації при дипілідіозі собак. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 262–266.

Вступ

Цестоди виду *Dipylidium caninum* є значно поширеними гельмінтами у всьому світі, які реєструються на всіх континентах (за винятком Антарктиди) та паразитують як у хребетних, включаючи людей, так і у комах, а саме у бліх та вошей [1–5]. Широке географічне поширення цього паразита пов'язане з тим, що безхребетні проміжні господарі, також, значно поширені, де саме блохи є найбільш частими ектопаразитами собак та котів [6, 7].

Тому, рання діагностика є важливою для того, щоб своєчасно призначити відповідне лікування та підвищити ефективність профілактичних заходів. Зокрема, традиційна діагностика дипілідіозу в тварин базується на застосуванні копроскопічних методів, які дозволяють виявити паразитів у фекаліях за результатами макро- та мікроскопічних досліджень. Ці методи є простими та недорогими, а також зручними у виконанні [8]. Так, Для діагностики *D. caninum* використовують якісні копроскопічні методи, такі як дослідження мазку з фекалій, флотація та седиментація. Перший метод, хоча й швидкий, однак має недолік – він нечутливий, оскільки складно виявляти кокони, внаслідок значного забруднення поля зору. Флотацію та седиментацію проводять з різними типами розчинів, з центрифугуванням або без нього, де кінцевою метою є виявлення коконів, всередині яких знаходяться яйця цестод [9].

Є повідомлення, де дослідники оцінили ефективність різних копроскопічних методів для виявлення коконів дипілідій. Вони встановили, що седиментація є найефективнішим методом порівняно з методами мазка калу та флотації. Автори пояснюють це тим, що флотаційні розчини, які вони використовували у досліді, мають високу питому вагу, а також швидко кристалізуються на скельці, а це у свою чергу, призводить до розпаду яєць, а також до нездатності коконів підніматися на поверхню флотанту [10, 11]. Додатковим недоліком копрології є те, що якщо кокон розривається, яйця дипілідій неможливо відрізнити від яєць інших тенід і це може призвести до помилкових результатів [12]. Також, є повідомлення, що кількісні методи при діагностиці дипілідіозу не мають цінності, оскільки кількість знайдених коконів не може бути пов'язана з кількістю дорослих паразитів у кишечнику, а виділення проглотид цестоди відбувається не постійно, а з певною періодичністю [13, 14].

Ще одним діагностичним методом для діагностики дипілідіозу може бути дослідження за допомогою накладання клейкої стрічки на анальний і періанальний відділи шкіри тварини та подальше дослідження стрічки під мікроскопом. Ця процедура надзвичайно проста та недорога, але її, згідно досліджень авторів, необхідно використовувати як додатковий метод, оскільки його ефективність є дискусійною [15, 16].

Мета дослідження

Метою досліджень було встановити діагностичну ефективність відомих способів копроскопії при виявленні коконів цестод.

Матеріали і методи

Роботу виконували впродовж 2025 р. в умовах лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету.

З метою встановлення діагностичної ефективності способів пасивної флотації при лабораторній копроскопічній діагностиці дипілідіозу собак порівнювали застосування наступних гіпертонічних розчинів: натрію хлориду (Фюллеборна), аміачної селітри (Котельникова-Хренова) [17], цукру та формаліну (Шитера) [18], бішофіту (Дахна) [19] та кальцієвої селітри (Мельничука) [20] за різних експозицій копропроб: 10 хв, 15 хв та 20 хв.

Кожним способом пасивної флотації було досліджено 14 зразків фекалій, всього – 210 копропроб. Встановлювали відсоток позитивних проб та показники інтенсивності дипілідіозної інвазії (II, коконів/г) [26].

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили визначенням середнього арифметичного (М), стандартного відхилення (SD) та рівня вірогідності (Р) з використанням методики однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера.

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, що випробувані способи пасивної флотації при лабораторній копроскопічній діагностиці дипілідіозу собак дозволяли виявляти кокони паразитів (*рис. 1*).



Рис. 1. Кокон *Dipylidium caninum*, виділений з фекалій собак при використанні випробуваних способів пасивної флотації (× 400)

Водночас, залежно від експозиції копропроб (10 хв, 15 хв та 20 хв) чутливість випробуваних способів при виявленні коконів дипілідій була різною і становила при використанні гіпертонічних розчинів: натрію хлориду – 7,14 %, 7,14 % та 21,43 %;

цукру та формаліну – 14,29 %, 21,43 % та 42,86 %, аміачної селітри – 64,29 %, 71,43 % та 78,57 %, бішофіту – 64,29 %, 64,29 % та 71,43 %, кальцієвої селітри – 71,43 %, 85,71 % та 92,86 % відповідно (рис. 2).

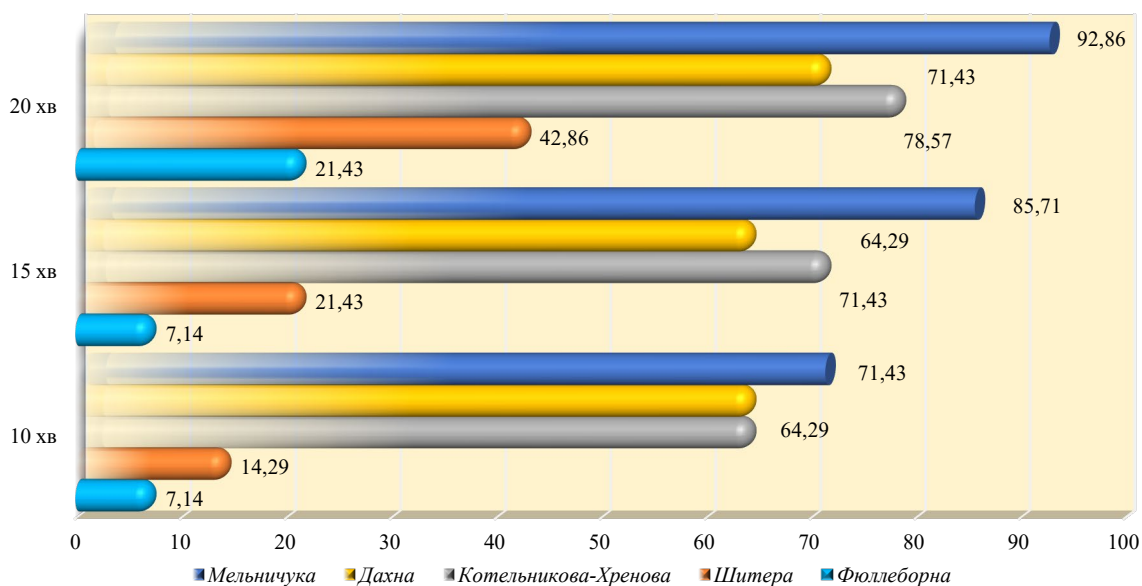


Рис. 2. Чутливість випробуваних способів при діагностиці дипілідіозу собак (n=14, %)

При встановленні показників інтенсивності дипілідіозної інвазії з'ясовано, що за експозиції копропроб 10 хв кількість виявлених коконів дипілідій у 1 г фекалій була максимальною при застосуванні гіпертонічного розчину кальцієвої селітри – $16,67 \pm 5,67$ коконів/г, що було вищим у 2,5 раза, ніж при застосуванні розчину натрію хлориду ($6,67$ коконів/г, $P < 0,001$), у 2,5 раза, ніж при застосуванні розчину цукру та формаліну ($6,67$ коконів/г, $P < 0,001$), у 1,3 раза, ніж при застосуванні розчину аміачної селітри ($13,33 \pm 5,77$ коконів/г, $P < 0,01$) та у 1,1 раза, ніж при застосуванні бішофіту ($14,81 \pm 5,56$ коконів/г) (рис. 3).

За експозиції копропроб 15 хв найвищу діагностичну ефективність встановлено при використанні, також, гіпертонічного розчину кальцієвої селітри, де показник інтенсивності дипілідіозної інвазії становив $20,56 \pm 6,00$ коконів/г. Отримані показники були вищими порівняно із застосуванням розчину натрію хлориду – у 3,1 раза ($6,67$ коконів/г, $P < 0,001$), розчину цукру та формаліну – у 2,3 раза ($8,89 \pm 3,85$ коконів/г, $P < 0,001$), розчину аміачної селітри – у 1,1 раза ($19,33 \pm 6,63$ коконів/г), бішофіту – у 1,1 раза ($19,26 \pm 6,19$ коконів/г) (рис. 4).

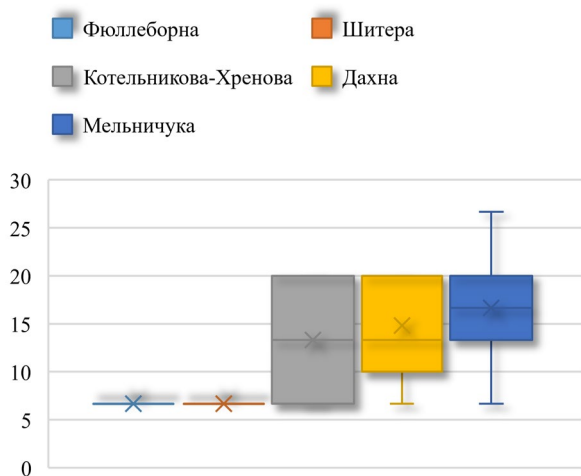


Рис. 3. Показники інтенсивності дипілідіозної інвазії у собак при застосуванні способів пасивної флотації за експозиції 10 хв (n=14, коконів/г)

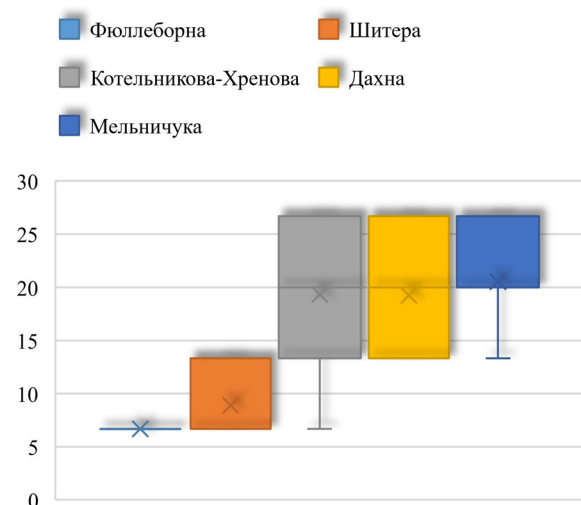


Рис. 4. Показники інтенсивності дипілідіозної інвазії у собак при застосуванні способів пасивної флотації за експозиції 15 хв (n=14, коконів/г)

За експозиції копропроб 20 хв найвищу діагностичну ефективність при діагностиці дипілідіозу собак встановлено при використанні гіпертонічного розчину кальцієвої селітри, де показник інтенсивності дипілідіозної інвазії становив $21,54 \pm 6,18$ коконів/г. Отримані показники були вищими порівняно із застосуванням розчину натрію хлориду – у 2,4 раза ($8,89 \pm 3,85$ коконів/г, $P < 0,001$), розчину цукру та формаліну – у 1,8 раза ($12,22 \pm 5,02$ коконів/г, $P < 0,001$), розчину аміачної селітри – у 1,1 раза ($19,39 \pm 6,96$ коконів/г, $P < 0,05$), бішофіту – у 1,1 раза ($20,00 \pm 7,03$ коконів/г) (рис. 5).

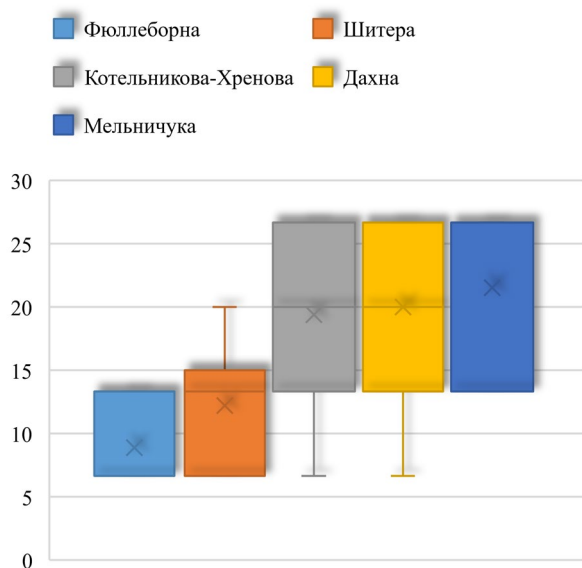


Рис. 5. Показники інтенсивності дипілідіозної інвазії у собак при застосуванні способів пасивної флотації за експозиції 20 хв (n=14, коконів/г)

Наукові дослідження свідчать про значне поширення дипілідіозу собак у більшості країн світу та його зоонозний потенціал, що обумовлює актуальність застосування високоефективних, ергономічних та чутливих методів копрооскопії [3, 5, 10, 12, 14]. Тому, нами було проведено випробування діагностичної ефективності різних способів пасивної флотації з використанням різних гіпертонічних розчинів за копроскопічної діагностики дипілідіозу в собак.

Проведеними дослідженнями встановлено, що залежно від експозиції копропроб чутливість випробуваних способів при виявленні коконів дипілідій коливалася у межах при використанні гіпертонічного розчину натрію хлориду – від 7,14 до 21,43 %, аміачної селітри – від 64,29 до 78,57 %, цукру та формаліну – від 14,29 до 42,86 %, бішофіту – від 64,29 до 71,43 %, кальцієвої селітри – від 71,43 до 92,86 %. Найвищі показники інтенсивності дипілідіозної інвазії виявлено при застосуванні розчину кальцієвої селітри, де залежно від експозиції вони коливалися у межах від 16,67 до 21,54 коконів/г. Спосіб Мельничука за експозиції 10 хв перевищував результативність способу Фюллеборна (у 2,5 раза,

$P < 0,001$), Шитера (у 2,5 раза, $P < 0,001$), Котельникова-Хренова (у 1,3 раза, $P < 0,00$); за експозиції 15 хв – Фюллеборна (у 3,1 раза, $P < 0,001$) та Шитера (у 2,3 раза, $P < 0,001$); за експозиції 20 хв – Фюллеборна (у 2,4 раза, $P < 0,001$), Шитера (у 1,8 раза, $P < 0,001$), Котельникова-Хренова (у 1,1 раза, $P < 0,05$).

Є повідомлення, де отримані схожі дані при випробуванні методів флотації при лабораторній діагностиці нематодірозу великої рогатої худоби. Згідно проведених автором досліджень, спосіб Мельничука перевищував результативність методу Дахна – на 13,9–37,35 %, Маллорі – на 17,8–64,59 %, Котельникова-Хренова – на 32,01–54,09 % [21].

Отримані дані дозволяють рекомендувати спосіб пасивної флотації із використанням гіпертонічного розчину кальцієвої селітри як ефективний та чутливий метод лабораторної копроскопічної діагностики дипілідіозу собак.

Висновки

З'ясовано, що випробувані способи пасивної флотації при зажиттєвій лабораторній діагностиці дипілідіозу в собак мають різну чутливість, де при використанні гіпертонічного розчину натрію хлориду цей показник зі зростанням експозиції копропроб збільшується до 21,43 %, аміачної селітри – до 78,57 %, цукру та формаліну – до 42,86 %, бішофіту – до 71,43 %, кальцієвої селітри – до 92,86 %. Спосіб Мельничука із застосуванням розчину кальцієвої селітри перевищував результативність способу Фюллеборна (із застосуванням розчину натрію хлориду) – у 2,5–3,1 раза, Шитера (із застосуванням розчину цукру та формаліну) – у 1,8–2,5 раза, Котельникова-Хренова (із застосуванням розчину аміачної селітри) – у 1,1–1,3 раза.

Конфлікт інтересів

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

References

- Low, V. L., Prakash, B. K., Tan, T. K., Sofian-Azirun, M., Anwar, F. H. K., Vinnie-Siow, W. Y., & AbuBakar, S. (2017). Pathogens in ectoparasites from free-ranging animals: Infection with *Rickettsia asembonensis* in ticks, and a potentially new species of *Dipylidium* in fleas and lice. *Veterinary Parasitology*, 245, 102–105. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.08.015>
- García-Agudo, L., García-Martos, P., & Rodríguez-Iglesias, M. (2014). *Dipylidium caninum* infection in an infant: a rare case report and literature review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4, S565–S567. <https://doi.org/10.12980/apjtb.4.2014apjtb-2014-0034>
- Gutema, F. D., Yohannes, G. W., Abdi, R. D., Abuna, F., Ayana, D., Waktole, H., Amenu, K., Hiko, A., & Agga, G. E. (2020). *Dipylidium caninum* infection in dogs and humans in Bishoftu town, Ethiopia. *Diseases*, 9 (1), 1. <https://doi.org/10.3390/diseases9010001>
- Yakhchali, M., Hajipour, N., Malekzadeh-Viayeh, R., Esmailnejad, B., Nemati-Haravani, T., Fathollahzadeh, M., & Jafari, R. (2017). Gastrointestinal helminths and ectoparasites in the stray cats (*Felidae: Felis catus*) of Ahar Municipality Northwestern Iran. *Iranian Journal of Parasitology*, 12 (2), 298–304.

5. Trasviña-Muñoz, E., López-Valencia, G., Monge-Navarro, F. J., Herrera-Ramírez, J. C., Haro, P., Gómez-Gómez, S. D., Mercado-Rodríguez, J. A., Flores-Dueñas, C. A., Cueto-Gonzalez, S. A., & Burquez-Escobedo, M. (2020). Detection of intestinal parasites in stray dogs from a farming and cattle region of Northwestern Mexico. *Pathogens*, 9 (7), 516. <https://doi.org/10.3390/pathogens9070516>
6. Bronstein, A. M., Fedyanina, L. V., Maximova, M. S., Lukashev, A. N., & Sergeev, A. R. (2020). Nine cases of human dipylidiasis in Moscow region during 1987 to 2017. *Tropical Biomedicine*, 37 (1), 194–200.
7. Bitam, I., Dittmar, K., Parola, P., Whiting, M. F., & Raoult, D. (2010). Fleas and flea-borne diseases. *International Journal of Infectious Diseases*, 14 (8), e667–e676. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2009.11.011>
8. Beugnet, F., Polack, B., & Dang, H. (2008). *Atlas of coproscopy*. Paris: Kallianxis.
9. Bowman, D. D. (2014). *Class Cestoda. Georgi's Parasitology for Veterinarians*. 10th ed. St Louis, Missouri: Saunders Elsevier.
10. Táparo, C. V., Perri, S. H., Serrano, A. C., Ishizaki, M. N., da Costa, T. ., do Amarante, A. F., & Bresciani, K. D. (2006). Comparison between coproparasitological techniques for the diagnosis of helminth eggs or protozoa oocysts in dogs. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 15 (1), 1–5.
11. Minnaar, W. N., Krecsek, R. C., & Fourie, L. J. (2002). Helminths in dogs from a peri-urban resource-limited community in Free State Province, South Africa. *Veterinary Parasitology*, 107 (4), 343–349. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(02\)00155-3](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(02)00155-3)
12. Luzio, Á., Belmar, P., Troncoso, I., Luzio, P., Jara, A., & Fernández, Í. (2015). Formas parasitarias de importancia zoonótica, encontradas en heces de perros recolectadas desde plazas y parques públicos de la ciudad de Los Ángeles, Región del Bío Bío, Chile. *Revista Chilena de Infectología*, 32 (4), 403–407. <https://doi.org/10.4067/s0716-10182015000500006>
13. Alho, A. M., Cruz, R., Gomes, L., & de Carvalho, L. M. (2015). *Dipylidium caninum*, da ingestão da pulga ao controlo do céstode mais comum do cão e do gato. *Clínica Animal*, 1, 26–29.
14. Diakou, A., Sofroniou, D., Di Cesare, A., Kokkinos, P., & Traversa, D. (2017). Occurrence and zoonotic potential of endoparasites in cats of Cyprus and a new distribution area for *Troglostrongylus brevior*. *Parasitology Research*, 116 (12), 3429–3435. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5651-3>
15. Minnaar, W. N., & Krecsek, R. C. (2001). Helminths in dogs belonging to people in a resource-limited urban community in Gauteng, South Africa. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 68 (2), 111–117.
16. Iturbe Cossio, T. L., Montes Luna, A. D., Ruiz Mejia, M., Flores Ortega, A., Heredia Cárdenas, R., & Romero Núñez, C. (2021). Risk factors associated with cat parasites in a feline medical center. *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*, 7 (2). <https://doi.org/10.1177/20551169211033183>
17. Ponomar, S. I., Honcharenko, V. P., & Soloviova, L. M. (2010). *Dovidnyk z dyferentsiiuvannia zbudnykh invaziynykh khvorob tvaryn*. Kyiv: Ahrarna osvita [in Ukrainian]
18. Sheather, A. L. (1923). The detection of intestinal protozoa and mange parasites by a floatation technique. *Journal of Comparative Pathology and Therapeutics*, 36, 266–275. [https://doi.org/10.1016/s0368-1742\(23\)80052-2](https://doi.org/10.1016/s0368-1742(23)80052-2)
19. Dakhno, I. S., & Dakhno, Yu. I. (2010). *Ekolohichna helmintolohiia*. Sumy: Kozatskyi val [in Ukrainian]
20. Melnychuk, V. V., & Yuskiv, I. D. (2019). *Patent na korysnu model No 135972. Ukraine*. Sposib vyivlennia yaiets nematod u probakh gruntu. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1371877/> [in Ukrainian]
21. Ponomarenko, V. (2024). Efficiency of modern methods of coproovoscopy for nematodiosis in cattle. *Scientific Progress & Innovations*, 27(1), 167–172. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.28>

ORCID

A. Nikitan 

<https://orcid.org/0009-0006-6471-6704>



2025 by the author(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.

Comparison of antimicrobial activity of plant tinctures and chemical disinfectants

O. Kruchynenko✉ | A. Zamazyi | M. Petrenko | I. Lavrinenko | A. Khyl

Article info

Correspondence Author

O. Kruchynenko

E-mail:

oleg.kruchynenko@pdaa.edu.ua

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

Citation: Kruchynenko, O., Zamazyi, A., Petrenko, M., Lavrinenko, I., & Khyl, A. (2025). Comparison of antimicrobial activity of plant tinctures and chemical disinfectants. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 267–271. doi: 10.31210/spi2025.28.03.41

Disinfection in veterinary medicine is a complex of measures aimed at destroying pathogens of infectious animal diseases to ensure safe conditions for their keeping and prevent the occurrence and spread of infections. The pharmacological properties of plant extracts are of considerable significance for further research of substances as potential components of preventive veterinary medicinal products. The results of a study on the effectiveness of the following disinfectants are presented in the article: Iodoclean, Virosan, Ioderin, Multiclean Aqua, as well as chamomile and hawthorn tinctures. The antibacterial activity of the alcoholic tinctures and chemical disinfectants was assessed by measuring the zones of micro-organisms' growth inhibition around the wells containing the test substances, using the agar well diffusion method. The study was aimed at comparing the effectiveness of 40 % chamomile tincture, 70 % hawthorn tincture, and Iodoclean, Ioderin, Multiclean Aqua, and Virosan chemical preparations against the sanitary indicator micro-organisms of *Staphylococcus aureus*, strain 209 and *Escherichia coli*, strain 1257. When determining the zone of inhibition of *E. coli* growth, Iodoclean demonstrated the highest activity with the zone of inhibition of 25 mm. Virosan was somewhat less active (24 mm), which is 1.04 times lower than Iodoclean. Multiclean Aqua and Ioderin disinfectants demonstrated the activity 1.19–1.25 times lower than Iodoclean. Chamomile tincture demonstrated the activity 2.08 times lower, and hawthorn tincture – 3.57 times lower, with the zone of inhibition of only 7 mm. In the study of the inhibition zones against *Staphylococcus aureus*, Virosan showed the greatest activity with the inhibition zone of 25 mm. Iodoclin and Multiclean Aqua were slightly less active, being 1.08 times lower than Virosan. Ioderin provided the inhibition zone of 22 mm, which is 1.13 times lower than that of Virosan. Chamomile and hawthorn tinctures turned out to be less effective compared to the other disinfectants. Their inhibition zones made 14 and 8 mm, respectively, which are 1.78 and 3.12 times lower than Virosan's indicators.

Keywords: disinfection, veterinary medicine, medicinal plants, chamomile, hawthorn, Iodoclean, Virosan, Ioderine, Multiclean Aqua, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*.

Порівняння антимікробної активності рослинних настоянок та хімічних дезінфікуючих засобів

О. В. Кручиненко | А. А. Замазій | М. О. Петренко | І. В. Лаврінченко | А. М. Хиль

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Дезінфекція у ветеринарній медицині – це комплекс заходів, спрямованих на знищення збудників інфекційних хвороб тварин з метою забезпечення безпечних умов їх утримання та запобігання виникненню й поширенню інфекцій. Фармакологічна властивість екстрактів рослин має велике значення у подальшому дослідженні речовин як потенційних складників лікарських препаратів для заходів профілактики у ветеринарній медицині. У статті подано результати досліджень щодо ефективності таких дезінфікуючих засобів: Йодоклін, Віросан, Йодерин, Мультиклін Аква, а також настоянок ромашки та глоду. Визначення антибактеріальної активності досліджуваних спиртових настоянок проводили шляхом вимірювання зон пригнічення росту мікроорганізмів навколо лунки з досліджуваною речовиною. Метою роботи стало порівняння ефективності спиртових рослинних настоянок ромашки 40 %, настоянки глоду 70 % і хімічних препаратів Йодоклін, Йодерин, Мультиклін Аква та Віросан на санітарно-показові мікрорганізми *Staphylococcus aureus* штамп 209 та *Escherichia coli* штамп 1257. Антибактеріальну активність спиртових настоянок рослин, а також хімічних дезінфектантів визначали методом «колодязів». При визначенні зони пригнічення росту *E. coli* найвищу активність проявив Йодоклін із зоною затримки 25 мм. Дещо менш активним був Віросан (24 мм), що у 1,04 раза менше, ніж у Йодокліну. Дезінфектанти Мультиклін Аква та Йодерин виявили активність, нижчу за Йодоклін у 1,19–1,25 раза. Настоянка ромашки мала активність у 2,08 раза нижчу порівняно з Йодокліном, а настоянка глоду – у 3,57 раза, із зоною затримки лише 7 мм. У дослідженні зони пригнічення росту *Staphylococcus aureus* найбільшу активність проявив Віросан із зоною затримки 25 мм. Дещо нижчі показники мали Йодоклін та Мультиклін Аква, що були у 1,08 раза менш активними за Віросан. Йодерин забезпечив зону затримки 22 мм, що у 1,13 раза менше, ніж у Віросану. Настоянки ромашки та глоду виявилися менш ефективними порівняно з іншими дезінфектантами, демонструючи відповідно 14 та 8 мм зон затримки, що у 1,78 та 3,12 раза нижче від показників Віросану.

Ключові слова: Дезінфекція, ветеринарна медицина, лікарські рослини, ромашка, глід, Йодоклін, Віросан, Йодерин, Мультиклін Аква, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*.

Бібліографічний опис для цитування: Кручиненко О. В., Замазій А. А., Петренко М. О., Лаврінченко І. В., Хиль А. М. Порівняння антимікробної активності рослинних настоянок та хімічних дезінфікуючих засобів. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 267–271.

Вступ

На сьогодні санітарно-епідеміологічна ситуація в Україні залишається складною, що зумовлює поширення інфекційних хвороб тварин із респіраторним та фекально-оральним механізмом передачі. Основними причинами цього є порушення санітарних норм під час утримання тварин і птиці, а також несвоєчасне або малоефективне проведення профілактичної дезінфекції [10, 16, 18].

Дезінфекція – це процес знищення або видалення з об'єктів зовнішнього середовища патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів. Проведення профілактичних заходів сприяє підвищенню продуктивності сільськогосподарської птиці та тварин, а також покращенню якості їхньої продукції, кормів і сировини [8, 9, 15].

Одним із основних методів дезінфекції є хімічний, який базується на застосуванні речовин з антимікробними властивостями. Дезінфекційні препарати повинні бути ефективними проти широкого спектра мікроорганізмів, мати низьку токсичність для тварин і людей при використанні в їхній присутності, бути екологічно безпечними, добре розчинятися у воді, не викликати корозії оброблених поверхонь, вирізнятися простотою та надійністю у застосуванні, зберігати активність протягом тривалого часу й бути економічно доцільними [7, 12, 17].

Науковці дедалі частіше акцентують увагу на препаратах природного походження, оскільки засоби, виготовлені з рослинної сировини, мають виражений терапевтичний ефект, характеризуються низькою токсичністю та не належать до ксенобіотиків [2, 11]. У наш час значення лікарських рослин істотно підвищилось, насамперед як джерела біологічно активних сполук із антибактеріальними властивостями. Ведеться активний пошук безпечних і дієвих засобів, здатних забезпечити профілактичну дезінфекцію, знизити негативний вплив на організм тварин і навколишнє середовище та водночас бути економічно доцільними [4]. Водночас вивчення антибактеріальної активності рослин набуває особливої актуальності в аспекті розробки нових антибіотиків і фунгіцидних препаратів [20].

Мета дослідження

Метою роботи було порівняння ефективності спиртових рослинних настоянок ромашки 40 %, настоянки глоду 70 % і хімічних препаратів Йодоклін, Йодерин, Мультиклін Аква та Віросан на санітарно-показові мікроорганізми *Staphylococcus aureus* штам 209 та *Escherichia coli* штам 1257.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на базі навчально-наукової лабораторії кафедри інфекційної патології, гігієни, санітарії та біобезпеки Полтавського державного аграрного університету. Об'єктами дослідження антибактеріальної активності були готова до застосування 70 % настойка глоду (*Tinctura*

crataegi) та 40 % настоянка квіток ромашки (*Matricariae flores*) виробництва ПрАТ Фармцевтична фабрика «ВІОЛА», м. Запоріжжя, Україна. Настоянку квітів ромашки готували у виробництві сировини до екстрагенту 1 : 5. Дану сировину подрібнювали до розміру частинок 1 мм, після чого розфасовували та відважували за допомогою лабораторних електронних аналітичних ваг у кількості 1 г. Отриману сировину поміщали у стерильні банки об'ємом 10 см³ та готували 40 % спиртову настоянку.

Настоянку квіток ромашки на рослинній основі витримували протягом десяти діб шляхом настоювання у темному та прохолодному місці згідно з інструкцією.

Дезінфікуючими препаратами у цьому дослідженні стали: Йодоклін (ДР – йодоформ – 0,2 %, заліза сульфат – 5,0 %; ТзОВ «ЗВК», Україна), Йодерин (ДР – йодифори в перерахунку на йод 30 г/л; ТзОВ «ЗВК», Україна), Мультиклін Аква (ДР – алкілдиметилбензиламоній хлорид – 200,0; дидецилдиметиламоній хлорид – 60,0; глутаровий альдегід – 100,0; ізопропіловий спирт; полігексаметиленбігуанідин гідрохлорид – 15,0; ТзОВ «ЗВК», Україна) та Віросан (ДР – алкілдиметилбензиламонію хлорид – 25 г, глутаровий альдегід – 11 г; Biotestlab, Україна).

Дезінфікуючі засоби у досліді використовували у наступних концентраціях: Йодоклін 100 г/м², Йодерин 2,0 %, Мультиклін Аква 1,0 % та Віросан 0,5 %. У досліді як тест-об'єкти застосовували санітарно-показові штами мікроорганізмів: *Staphylococcus aureus* штам 209 та *Escherichia coli* штам 1257. Для кожного штаму експерименти проводили у триразовій повторності.

Антибактеріальну активність спиртових настоянок рослин, а також хімічних дезінфектантів визначали методом «колодязів». Для формування поживного середовища у стерильні чашки Петрі вносили по 20 мл 2 % м'ясо-пептонного агару (рН 7,2–7,4), що забезпечувало товщину шару 4–5 мм, після чого їх залишали на горизонтальній поверхні для застигання. Перед висівом культур агарові середовища підсушували у термостаті. Засів здійснювали рівномірним розподілом 1 мл суспензії досліджуваних мікроорганізмів із концентрацією 1×10^9 КУО/мл по всій поверхні агару. Надлишок суспензії видаляли, після чого чашки додатково підсушували в термостаті протягом 30 хв.

Далі за допомогою мікробіологічного свердла діаметром 6 мм у середовищі формували «колодязі» на відстані 2,5 см від центра чашки та рівновіддалено один від одного. У них вносили досліджувані рослинні екстракти та зразки дезінфікуючих засобів, після чого інкубували чашки за температури 37 °С.

Оцінку антибактеріальної активності досліджуваних спиртових настоянок та хімічних препаратів проводили через 24 години інкубації шляхом вимірювання зон затримки росту мікроорганізмів навколо лунки з певною речовиною. Встановлено такі критерії, які визначають ефективність даного способу: відсутність зон затримки росту до 10 мм – мікроорганізм не чутливий до речовини, яка внесена в лунку; d = 10–15 мм – мала чутливість культури;

d = 15–25 мм – наявність високої чутливості мікроорганізму до речовини, що досліджується [14].

Як контроль використовували одномільярду суспензію досліджуваних мікроорганізмів, оброблену стерильним фізіологічним розчином.

Результати та їх обговорення

Дослідженнями встановлено, що використані в досліді рослинні настоянки та хімічні препарати проявляють антибактеріальні властивості відносно штамів мікроорганізмів *St. aureus* штам Р 209 та *E. coli* штам 1257. Водночас, рівень їх впливу неоднаковий, що наведено в **таблиці 1**.

Таблиця 1

Антибактеріальний вплив етанольних настоянок рослин та хімічних препаратів на *Echerihia coli* та *Staphylococcus aureus* (n=3)

Назва рослин / препарату, концентрація	Зона пригнічення росту <i>E. coli</i> штам 1257	Зона пригнічення росту <i>St. aureus</i> штам Р 209
Настоянка квітів ромашки 40 %	12±0,1	14±0,2
Настойка глоду 70 %	7±0,0	8±0,0
Йодоклін 100 г/м2	25±0,3	23±0,3
Йодерин 2,0 %	21±0,2	22±0,2
Мультиклін Аква 1,0 %	20±0,1	23±0,3
Віросан 0,5 %	24±0,3	25±0,2

Так, у процесі вивчення антибактеріального впливу рослинних спиртових настоянок на вищенаведені штами мікроорганізмів *St. aureus* та *E. coli* встановлено, що настоянки виготовлені з різних видів рослин проявили в досліді різну ефективність. Зокрема, за використання в досліді 40 % спиртової настоянки квітів ромашки зафіксовано незначне пригнічення росту у штамів *St. aureus* (14 мм) та *E. coli* (12 мм). Водночас, застосування в досліді 70 % спиртової настоянки глоду характеризувалося низьким рівнем пригнічення росту мікроорганізмів *St. aureus* та *E. coli* (7 та 8 мм відповідно).

Таким чином, за рівнем пригнічення росту настоянки рослинного походження на *St. aureus* та *E. coli* можна схарактеризувати наступним чином: 40 % спиртову настоянку квітів ромашки як таку, що проявляє незначний вплив на пригнічення росту мікроорганізмів (засіб проявляє низьку ефективність, мікроорганізми проявляють малу чутливість); 70 % спиртову настоянку глоду як таку, що не проявляє вплив на пригнічення росту (засіб неефективний, мікроорганізми виявилися не чутливими до його впливу).

Слід звернути увагу не те, що дезінфікуючі засоби хімічного походження виявилися більш доцільними при використанні відносно дослідних культур мікроорганізмів, хоча і проявляли неоднаковий рівень ефективності. Зокрема, під час встановлення зони пригнічення росту *E. coli* найбільш активним виявився препарат Йодоклін із зоною затримки 25 мм, менш активним був Віросан із зоною затримки 24 мм, що в 1,04 рази менше, ніж у засобу Йодоклін.

Менш виражені, однак достатньо високі показники пригнічення росту *E. coli* зафіксовано за використання препаратів Мультиклін Аква та Йодерин (21 та 20 мм відповідно). Поряд з тим, відносно препарату Йодоклін, який проявив найкращий ефект ці засоби виявились менш активними в 1,19–1,25 разів.

Слід зазначити, що у порівнянні з препаратом Йодоклін, засоби виготовлені із застосуванням рослинної сировини, за показниками активності виявились значно нижчими. Зокрема, 40 % спиртова настоянка квітів ромашки – в 2,08 разів, а 70 % спиртова настоянка глоду – в 3,57 разів.

За встановлення зони пригнічення росту *St. aureus* найбільшу активність проявив Віросан із зоною затримки росту 25 мм. Менш активними виявилися препарати Йодоклін, Мультиклін Аква (зона затримки росту 23 мм) та Йодерин (зона затримки росту 22 мм). Таким чином, у порівнянні з дезінфікуючим препаратом Віросан, дезінфектанти Йодоклін, Мультиклін Аква та Йодерин виявились менш активними за показником затримки росту *St. aureus* в 1,08 та 1,13 разів відповідно.

Варто зазначити, що спиртові настоянки з рослинною сировиною, за показниками активності виявились значно нижчими порівняно з препаратом Віросан. Зокрема, 40 % спиртова настоянка квітів ромашки – в 1,78 разів, а 70 % спиртова настоянка глоду – в 3,12 разів.

Як зазначають науковці, використання дезінфекційних засобів є вирішальним аспектом профілактичних та оздоровчих заходів щодо інфекційних захворювань сільськогосподарських та домашніх тварин [13].

Активність ромашки лікарської дозволяє застосовувати її як в медичній так і у ветеринарній галузі. Зокрема, ефірні олії та екстракти *M. chamomilla* продемонстрували цікаву антиоксидантну, антибактеріальну, протигрибкову, протиракову, протидіабетичну, протипаразитарну, протизапальну, антидепресивну, жарознижувальну, протиалергічну та знеболювальну активність [1].

За результатами досліджень встановлено, що комбінація рослинних препаратів, зокрема мучниці звичайної у поєднанні з перстачем прямостоячим, бішофітом та грушею звичайною сорту «Листопадова», виявляла виражену бактерицидну активність щодо обох тестових культур. Зони затримки росту навколо лунок становили 28,0 мм для *Staphylococcus aureus* та 21,0 мм для *Escherichia coli* [5].

Згідно даних експерименту настойка глоду 70 % не володіє вираженою бактерицидною активністю, тому її не можна рекомендувати для подальшого вивчення. Нами зафіксовано найвищу антимікробну активність у Йодокліну й Віросану. У наших дослідженнях настоянка квітів ромашки 40 % проявляла нижчу активність щодо наведених штамів мікроорганізмів, відповідно 14,0 та 12,0 мм. Оскільки Ромашка відноситься до роду Айстрових, то її можна рекомендувати до подальшого вивчення, зокрема у комбінації з іншими лікарськими препаратами. Отримані нами результати не суперечать даним, які

отримали інші науковці. Так, у дослідях *in vitro* встановлено, що етанольні екстракти з різних частин рослини *Xanthium strumarium* L. проявляли анти-мікробну активність проти більшості з 13 досліджуваних бактеріальних культур. Найвищу активність виявив екстракт із плодів, який пригнічував ріст 11 видів бактерій, включаючи *E. coli*, *S. enterica*, *S. aureus* та *B. subtilis*. Екстракти з листя та коренів діяли на 10 видів бактерій, тоді як екстракт зі стебел був ефективним лише проти 6 культур [19]. Подібні результати були отримані авторами, які встановили, що найвищу антибактеріальну активність продемонстрували екстракти та настій *Tanacetum vulgare* L., які найбільш ефективно пригнічували ріст *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis* та *Staphylococcus aureus* [3].

Проведення дезінфекції шляхом зрошення поверхонь у виробничих умовах із експозицією 24 години розчином дезінфекційного засобу «Віросан Ф» та рослинного препарату «Фітозасіб» забезпечувало досягнення якісного сануючого ефекту (100 %) навіть у присутності тварин, що дозволяє застосовувати його для профілактичної дезінфекції [6].

Дослідження антибактеріальної дії йодовмісних препаратів «Йодоклін» та «Йодерин» показали високу ефективність: зони пригнічення росту *E. coli* (штам 1257) становили 25 і 21 мм, *St. aureus* (штам Р 209) – 23 і 22 мм відповідно. Препарат «Мультиклін Аква», до складу якого входять четвертинні амонієві сполуки, глутаровий альдегід, ізопропіловий спирт та бігуанідин, також проявив значну активність (*E. coli* – 20 мм, *St. aureus* – 23 мм). «Віросан» (алкілдиметилбензиламонію хлорид і глутаровий альдегід) забезпечував зони затримки росту 24 мм для *E. coli* та 25 мм для *St. aureus*.

Висновки

Результатами дослідження встановлено, що препарати Йодоклін, Йодерин, Мультиклін Аква та Віросан проявляють високу антибактеріальну активність щодо *E. coli* (штам 1257) та *St. aureus* (штам Р 209). Найбільші зони затримки росту зафіксовано у Йодокліну та Віросану, що підтверджує їхню ефективність як дезінфектантів. Експериментальними дослідженнями доведено, що використання 40 % спиртової настоянки квітів ромашки лікарської у якості дезінфектанта є перспективним для подальшого вивчення з метою знищення *S. aureus* та *E. coli*.

Конфлікт інтересів

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

References

1. El Mihaoui, A., Esteves da Silva, J. C. G., Charfi, S., Candela Castillo, M. E., Lamarti, A., & Arnao, M. B. (2022). Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): A review of ethnomedicinal use, phytochemistry and pharmacological uses. *Life*, 12 (4), 479. <https://doi.org/10.3390/life12040479>

2. Gutyj, B. V., Petryshak, R. A., Mylostyvyi, R. V., Popadiuk, S. S., Petryshak, O. I., Martyschuk, T. V., Khalak, V. I., Oseredchuk, R. S., Prymych, V. I., & Naumyuk, O. S. (2023). The influence of the feed additive “Sylymevit” on the antioxidant protection of the body of dogs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25 (98), 118–124. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9820>
3. Ivasivka, A., & Goyvanovych, N. (2015). The analysis of antimicrobial properties of some medical plants of precarpathian region. *Scientific Bulletin of UNFU*, 25 (8), 169–174. <https://doi.org/10.15421/40250828>
4. Khyi, A. M., & Peredera, S. B. (2023). Antimicrobial properties of ethanolic plant extracts on microorganisms of the genus *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25 (111), 103–107. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11116>
5. Khyi, A. M., & Peredera, S. B. (2023). Investigation of antibacterial activity of tinctures from leaves of *Pyrus communis* of Noyabrskaya variety, *Arctostaphylos adans*, rhizomes of *potentilla erecta* and *Poltava* Bischofite. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25 (112), 131–134. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11221>
6. Khyi, A. M., & Peredera, S. B. (2024). Comparative efficiency study of disinfection in animal facilities with phyto-preparation and Virosan F. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26 (114), 94–97. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11414>
7. Kovalenko, V. L., & Zasiiekin, D. A. (2025). *Rozrobka i kontrol dezinfikuiuchoho zasobu. Monohrafiia*. Kyiv. TOV “NVP “Interservis” [in Ukrainian]
8. Kovalenko, V., Chechet, O., Haidei, O., & Krushelnyska, O. (2022). Efficiency of the disinfectant which based on lactic acid during aerosol disinfection in presence of the birds. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24 (105), 30–36. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10505>
9. Kozhyn, V., Salata, V., Kukhtyn, M., Horiuk, Y., & Matviishyn, T. S. (2023). Production studies of the disinfectant “Enzidez.” *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25 (111), 78–83. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11112>
10. Kukhtyn, M., Kozhyn, V., Horiuk, V., Horiuk, Y., & Boltyk, N. (2022). Evaluation of disinfectant “Enzidez” according to physical and chemical parameters. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24 (105), 3–9. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10501>
11. Martyschuk, T. V., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Khalak, V. I., Vozna, O. Ye., & Todoriuk, V. B. (2023). The effectiveness of the use of the feed additive “Butaselmavit-plus” as part of compound feed for young pigs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25 (98), 92–98. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9816>
12. Nechyporenko, O. L., Berezovskyy, A. V., Fotina, T. I., Petrov, R. V., & Fotin, A. I. (2018). Efficiency of complex disinfecting measures in the conditions of poultry farm-ing. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (92), 165–168. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9234>
13. Paliy, A. P., Kovalenko, L. V., Rodionova, K. O., Pavlichenko, O. V., Khymych, M. S., & Balta, M. P. (2024). Pathomorphological changes in laboratory animals exposed to lethal doses of disinfectants. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15 (1), 107–112. <https://doi.org/10.15421/022416>
14. Podhorskoh, V. S., Kotsoliak, O. I., Kaprianova, E. A., & Hvozdiak, O. R. (2007). *Ukrayinska koleksiya mikroorhanizmiv: Katalog kultur*. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian]
15. Romazan, I. V., Turko, I. B., Gutyj, B. V., & Turko, Ya. I. (2021). The use of polyhexamethyleneguanidine as a modern disinfectant. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 23 (104), 167–173. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10426>
16. Stefanov, O. V. (2001). *Doklinichni doslidzhennia likarskykh zasobiv: metodychni rekomendatsii*. Kyiv: Avitsena [in Ukrainian]
17. Tishyn, O. L., Khomiak, R. V., Kopijchuk, G. T., Orynychak, T. V., & Galutskiy, O. I. Y. (2018). Bactericidal and disinfective properties of disinfectant “Zyrocco-400-Glucuxid”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (83), 255–259. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8350>

18. Tishyn, O., Kopijchuk, G., Khomiak, R., Khyrivskyy, O., & Danko, M. (2017). Bactericidal and disinfective properties of disinfectant «Alkisept-100». *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19 (73), 61-65. <https://doi.org/10.15421/nv|vet7313>
19. Zazharskyi, V. V., Brygadyrenko, V. V., Boyko, O. O., Bilan, M. V., & Zazharska, N. M. (2024). Antibacterial and anthelmintic activities of *Xanthium strumarium* (Asteraceae) extracts. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15 (1), 129–133. <https://doi.org/10.15421/022419>
20. Zazharskyi, V. V., Davydenko, P. O., Kulishenko, O. M., Borovik, I. V., & Brygadyrenko, V. V. (2019). Antimicrobial activity of 50 plant extracts. *Biosystems Diversity*, 27 (2), 163–169. <https://doi.org/10.15421/011922>

ORCID

O. Kruchynenko 
 A. Zamazyi 
 M. Petrenko 
 I. Lavrinenko 
 A. Khyli 

<https://orcid.org/0000-0003-3508-0437>
<https://orcid.org/0000-0003-3138-0424>
<https://orcid.org/0000-0002-5275-9401>
<https://orcid.org/0000-0003-3883-4134>
<https://orcid.org/0000-0001-6442-5604>



2025 by the author(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.

Spread of combined liver and kidney pathology in dogs in the city of Poltava

V. Rudyashko✉

Article info

Correspondence Author

V. Rudyashko

E-mail:

vladyslav.rudyashko@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine**Citation:** Rudyashko, V. (2025). Spread of combined liver and kidney pathology in dogs in the city of Poltava. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 272–276. doi: 10.31210/spi2025.28.03.42

A significant part of non-contagious internal pathologies in small-size animals, particularly domestic dogs, consists of the digestive and urinary systems' diseases. Liver and kidney diseases and their clinical and pathogenetic interrelationship are always a relevant subject of scientific research. The study results on the spread of combined liver and kidney pathology in domestic dogs in the city of Poltava during the period of 2021–2024 are presented in the article, taking into account the nosological structure, chronology of diagnosing, the age of diseased animals, and seasonality of the diseases' manifestation. The aim of the study was to investigate the simultaneous occurrence of liver and kidney pathology in dogs, taking into account the chronology, age, and seasonality of manifestation. The object of the study was the data from the registers of diseased animals and the results of laboratory and ultrasonographic examinations of veterinary clinics in Poltava during 2021–2024. The results of examinations of 1,256 dogs aged from one to 12 years with clinical and laboratory symptoms of hepatic-biliary and/or urinary system lesion were analyzed. It was found that the share of combined liver and kidney pathology in dogs averaged 24.0 %. The relative number of dogs in which liver pathology is accompanied by kidney lesion was determined: at acute hepatitis – 42.5 % of cases, at chronic hepatitis – 33.6 %, at hypertrophic cirrhosis of the liver – 12.3 %, at hepatolipidosis – 8.0 %, at atrophic cirrhosis of the liver – 3.7 %. It was found that during 2021–2024, the frequency of diagnosing combined liver and kidney pathology in dogs in the city of Poltava increased by 31.1 %. The predominant age of combined liver and kidney pathology manifestation in dogs is 6–8 years. The share of chronic diseases grows proportionally with the age of dogs up to 8 years and decreases at the age of 9–12 years. In dogs aged 1–2 years, kidney lesion is more often accompanied by acute inflammatory liver diseases than by chronic diseases. The seasonality of combined liver and kidney pathology occurrence in dogs is characterized by the increase in morbidity in spring and autumn (acute and chronic hepatitis complicated by nephropathy), and complications of hepatolipidosis – in the winter-spring period.

Keywords: dogs, liver, kidneys, combined pathology, spread.

Поширення поєднаної патології печінки і нирок у собак в місті Полтава

В. С. Рудяшко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Значну частину внутрішньої незаразної патології дрібних тварин, зокрема, свійських собак, складають захворювання системи органів травлення та сечовиділення. Хвороби печінки та нирок та їх клініко-патогенетичний взаємозв'язок завжди є актуальним предметом наукових досліджень. У статті викладено результати досліджень щодо поширення поєднаної патології печінки та нирок у свійських собак в м. Полтава за період 2021–2024 років, з урахуванням нозологічної структури, хронології діагностування, віку хворих тварин та сезонності прояву захворювань. Метою дослідження було вивчення одночасного прояву патології печінки та нирок у собак, з урахуванням хронології, віку та сезонності прояву. Об'єктом досліджень були дані журналів реєстрації хворих тварин та результати лабораторних і ультразвукографічних досліджень клінік ветеринарної медицини м. Полтави за 2021–2024 роки. Було опрацьовано результати обстеження 1256 собак, з клінічними та лабораторними симптомами ураження гепатобіліарної та (або) сечової системи, віком від одного до 12 років. Встановлено, що частка поєднаної патології печінки та нирок у собак складає в середньому 24,0 %. Визначено відносну кількість собак, у яких патологія печінки супроводжується ураженням нирок: за гострого гепатиту – 42,5 % випадків, за хронічного гепатиту – 33,6 %, за гіпертрофічного цирозу печінки – 12,3 %, за гепатоліпідозу – 8,0 %, за атрофічного цирозу печінки – 3,7 %. Встановлено, що впродовж 2021–2024 років частота діагностування поєднаної патології печінки та нирок у собак в м. Полтава зросла на 31,1 %. Переважним віком прояву поєднаної патології печінки та нирок у собак є вік 6–8 років. Частка хронічних захворювань зростає пропорційно віку собак до 8 років, і зменшується у віці 9–12 років. У собак віком 1–2 роки ураження нирок частіше супроводжує гострі запальні хвороби печінки, ніж хронічні захворювання. Сезонність прояву сумісної патології печінки та нирок у собак характеризується зростанням захворюваності навесні та восени (гострий та хронічний гепатит, ускладнений нефропатією), а ускладнення перебігу гепатоліпідозу – у зимово-весняний період.

Ключові слова: собаки, печінка, нирки, поєднана патологія, поширення.**Бібліографічний опис для цитування:** Рудяшко В. С. Поширення поєднаної патології печінки і нирок у собак в місті Полтава. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 272–276.

Вступ

Захворювання печінки та нирок у свійських собак широко розповсюджені та є постійним об'єктом наукових досліджень. Зокрема, даній проблемі присвячені роботи М. І. Цвіліховського, П. І. Локеса, Т. П. Локес-Крупки [16, 17, 20], та інших вчених. Перебіг багатьох інфекційних, паразитарних захворювань, токсичних процесів та патологічних станів організму супроводжується порушенням функціонального стану та структури цих органів. За різними даними, захворювання печінки у свійських собак становлять понад 30 % від загальної кількості внутрішньої незаразної патології, а хвороби органів сечової системи – понад 6 % [2, 3, 6]. У сучасній науковій літературі досить широко висвітлено питання етіології, семіотики, терапії та профілактики захворювань печінки та нирок у собак. Переважно, увага науковців зосереджена на вивченні дистрофії печінки, що є вторинним процесом або розвивається як наслідок порушення умов годівлі, та на хронічній хворобі нирок, що є кінцевим етапом інших захворювань органів сечової системи. Більшість публікацій висвітлюють перебіг окремих захворювань печінки та не враховують можливої супутньої патології інших органів і систем. Водночас, велика кількість наукових робіт присвячена захворюванням органів сечової системи, без урахування передумов до такого стану у вигляді гепатобіліарної патології [9, 10].

У більшості випадків захворювання печінки та нирок у собак розглядають окремо. Проте, у останні роки набуло актуальності вивчення проблематики гепато- та нефропатій у розрізі поліморбідності, з урахуванням спільних етіо-патогенетичних аспектів, показників клінічної, лабораторної та інструментальної діагностики П. І. Локес (2013), Л. Г. Слівінська (2024), Д. В. Морозенко (2022) [16, 18, 19]. Результати таких досліджень вказують на взаємний вплив захворювань печінки та нирок, що відбивається на клінічному статусі організму. У наукових публікаціях наводяться клінічні, лабораторні біохімічні та ультрасонографічні маркери для визначення сукупної патології цих органів. Проте, у вітчизняній літературі відсутні статистичні дані щодо поширення поєднаної патології печінки і нирок у собак. Тому вивчення цієї проблеми є актуальним.

Мета дослідження

Метою досліджень було вивчення поширення поєднаної патології печінки і нирок у собак в м. Полтава, враховуючи хронологію, вік тварин та сезонність.

Матеріали і методи

Дослідження проводили в умовах кафедри терапії імені професора П. І. Локеса Полтавського державного аграрного університету (ПДАУ). В роботі використано статистичні дані Полтавської обласної державної лікарні ветеринарної медицини, навчально-науково-виробничої клініки ветеринарної

медицини Полтавського ДАУ, клінік Ветексперт, Максвет, ВетКомфорт, ВетХелп, за 2021–2024 рр.

Об'єктом досліджень були свійські собаки (1256 тварин), віком від одного до 12 років, з ознаками порушення функцій печінки та (або) нирок.

Основними діагностичними критеріями для визначення поєднаної патології печінки та нирок були клінічні симптоми (гіпорекесія/анорекесія, гепатомегалія, болючість печінки та нирок за пальпації, дизурія), показники біохімічного аналізу крові (гіперферментемія АлАТ, АсАТ, гіпербілірубінемія, уремія, гіперкреатинінемія, рівень SDMA), дослідження сечі (фізичні та хімічні властивості, мікроскопія осаду сечі) та результати ультрасонографії, характерні для порушення функцій печінки і нирок.

Вікову динаміку досліджували, умовно поділяючи тварин на групи: віком 1–2 роки, 3–5, 6–8 та 9–12 років.

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, що у собак ознаки ураження печінки та нирок одночасно проявляються лише у частини досліджуваних тварин – 301 собака (24 %). Водночас, наукові публікації свідчать, що жоден окремий біомаркер не відповідає всім діагностичним критеріям ефективно [12].

Так, у 128 собак (42,5 %), за проявів гострого гепатиту (гіпорекесія, блювання, болючість печінки, висока активність АлАТ, АсАТ, ЛДГ, гепатомегалія), діагностували підвищений рівень сечовини (понад 12 ммоль/л) та креатиніну (понад 230 ммоль/л), а також лейкоцитурію та мікрогематурію, без зміни сонографічної картини нирок. Подібні зміни описують сучасні дослідники [6].

У 101 собак (33,6 %), за проявів хронічного гепатиту (гіперферментемія, гіпербілірубінемія, іктерус, помірне ущільнення паренхіми печінки), окрім ознак азотемії, відмічали також білірубінурію, виражену лейкоцитурію, болючість нирок, а у ультрасонографічно – збільшення нирок та порушення кортико-медулярної диференціації. Зарубіжні дослідники також вказують на прямий зв'язок між рівнем сечовини в крові та фіброзом печінки за гепатиту [5, 10].

За гіпертрофічного цирозу печінки, ознаками якого були кахексія, гіпорекесія, періодичне блювання, значна гіперферментемія, гепатомегалія, виражені дифузно-осередкові ущільнення паренхіми печінки за УЗД (37 собак, 12,3 %), було виявлено азотемію, білірубінурію, протеїнурію, лейкоцитурію, циліндрурію та ультрасонографічно – порушення внутрішньої архітектури нирок. Подібна тенденція описана у людей [9], проте, стосовно собак інформація в літературних джерелах не виявлена.

У 24 собак (8,0 %) реєстрували гепатоліпідоз – гіперферментемія АсАТ, АлАТ, лужної фосфатази, підвищений вміст загального холестеролу, ліпопротейдів низької густини, зниження ліпопротейдів високої густини, сонографічно – підвищення ехогенності та зернистості паренхіми печінки. Ураження нирок у тварин цієї групи проявлялось

помірною азотемією, гіпербілірубінурією, ультрасонографічно – ознаками нефрозу.

За атрофічного цирозу печінки, що проявлявся анорексією, диспротеїнемією, гіпоальбумінемією, вираженою кахексією, атрофічними змінами печінки та появою перитонеального трансудату (11 собак,

3,7 %), реєстрували поліурію, гіпостенурію, протеїнурію, незначну циліндрурію, сонографічно – явища нефросклерозу.

Рівень захворюваності собак за поєднаної патології печінки та нирок у вивчений період наведена у **таблиці 1**.

Таблиця 1
Поєднана патологія печінки та нирок у собак 2021–2024 рр.

Рік	Захворювання печінки, ускладнені хворобою нирок									
	гострий гепатит		хронічний гепатит		гіпертрофічний цироз печінки		гепатоліпідоз		атрофічний цироз печінки	
	голів	%	голів	%	голів	%	голів	%	голів	%
2021	69	22,9	30	29,7	4	10,8	1	4,2	2	18,2
2022	57	18,9	26	25,7	10	27,0	3	12,5	1	9,1
2023	84	27,9	18	17,8	14	37,8	11	45,8	5	45,4
2024	91	30,3	27	26,8	9	24,4	9	37,5	3	27,3

Примітки: відсоток тварин кожної групи розраховували відносно загальної кількості впродовж чотирьох років.

Як свідчать дані таблиці, частота реєстрації випадків спільних захворювань печінки та нирок у собак впродовж 2021–2024 років зростає на 31,1 %. Це можна пов'язати з покращенням діагностичних можливостей лікувальних закладів ветеринарної

медицини та висвітленням цих питань у різних наукових публікаціях [7, 12, 13].

Результати вивчення вікової захворюваності собак на поєднану патологію печінки та нирок наведено у **таблиці 2**.

Таблиця 2
Вікова динаміка поєднаної патології печінки та нирок у собак

Вік, років	Захворювання печінки, ускладнені хворобою нирок									
	гострий гепатит		хронічний гепатит		гіпертрофічний цироз печінки		гепатоліпідоз		атрофічний цироз печінки	
	голів	%	голів	%	голів	%	голів	%	голів	%
1–2	26	20,3	11	10,9	–	–	–	–	–	–
3–5	34	26,6	14	13,9	3	8,1	2	8,3	–	–
6–8	56	43,7	48	47,5	16	43,2	14	58,4	4	36,4
9–12	12	9,4	27	26,7	18	48,7	8	33,3	7	63,6

Примітки: відсоток тварин кожної вікової групи розраховували відносно загальної кількості тварин усіх вікових груп впродовж чотирьох років.

Отримані дані свідчать, що поєднана патологія печінки та нирок у більшості випадків розвивається у собак віком 6–8 років, а за атрофічного цирозу печінки – у віці 9–12 років. Це свідчить про зниження загальної резистентності та компенсаторних механізмів печінки та нирок у собак з віком, а також відображає тривалий вплив зовнішніх та внутрішніх патогенних чинників, що завдає пошкоджень печінці та ниркам пропорційно віку, що підтверджують сучасні дослідники [1, 8, 11, 15]. Собак віком 9–12 років в цілому удвічі менше, ніж віком 6–8 років (72 собаки проти 138) в силу природної

тривалості життя. Також можна зауважити, що хронічні та дистрофічні процеси у печінці, які впливають на роботу нирок, не реєстрували у молодих собак. Натомість, тварини у віці 1–2 роки значно частіше хворіли на гострий та хронічний гепатит з ознаками гломерулонефриту, що підкреслює сумісне ураження печінки та нирок як за гострого перебігу хвороб, так і за хронічного.

Результати вивчення сезонності прояву поєднаної патології печінки та нирок у собак представлені у **таблиці 3**.

Таблиця 3
Сезонність захворювання собак за поєднаної патології печінки і нирок

Пора року	Захворювання печінки, ускладнені хворобою нирок									
	гострий гепатит		хронічний гепатит		гіпертрофічний цироз печінки		гепатоліпідоз		атрофічний цироз печінки	
	голів	%	голів	%	голів	%	голів	%	голів	%
весна	53	41,4	36	35,6	9	24,3	9	37,5	6	54,5
літо	24	18,8	24	23,8	11	29,7	4	16,7	1	9,1
осінь	41	32,0	23	22,8	7	18,9	3	12,5	–	–
зима	10	7,8	18	17,8	10	27,1	8	33,3	4	36,4

Примітки: відсоток тварин кожної пори року розраховували відносно загальної кількості за усі пори року впродовж чотирьох років.

Як свідчать результати досліджень, запальні захворювання печінки супроводжуються порушенням роботи нирок найчастіше навесні – 41,4 % випадків гострого та 35,6 % хронічного гепатиту. Це зумовлене кліматичними змінами, які сприяють проявам трансмісивних інвазій навесні, що створюють гепатотоксичну дію.

Визначено, що сезонність прояву гіпертрофічного цирозу печінки, ускладненого нефропатією, не виражена, оскільки хронічний процес мало залежить від пори року. Проте, реєстрація проявів гепатоліпідозу, як фактору ураження нирок, має сезонність. Зокрема, ми найчастіше діагностували гепатоліпідоз у собак взимку та навесні, що може бути обумовлене дефіцитом моціону та, як наслідок, інтенсифікацією накопичення ліпідів у гепатоцитах, про що вказують і інші вчені [3, 7, 13]. Натомість, влітку та восени кількість випадків діагностування гепатоліпідозу меншає, що пов'язано із зростанням фізичної активності, яка позитивно впливає на утилізацію продуктів жирового обміну [2, 4].

Слід зазначити, що частота проявів атрофічного цирозу печінки, як нефропатогенного фактору, неінформативна, внаслідок незначної кількості випадків.

Висновки

Встановлено, що захворювання печінки у собак в м. Полтава супроводжується клінічними, лабораторними та ультрасонографічними ознаками ураження нирок у 24 % випадків.

З'ясовано, що порушення роботи нирок супроводжують гострий (42,5 %) та хронічний (33,6 %) гепатит, цироз печінки (гіпертрофічний – 12,3 % та атрофічний – 3,7 %) та гепатоліпідоз (8,0 %).

Впродовж 2021–2024 років частота діагностування випадків поєднаної патології печінки та нирок у собак зростає на 31,1 %.

У віковому аспекті молоді тварини схильні до гострих запальних процесів за захворювань печінки та нирок, у тварин старших вікових груп переважають хронічні запальні та дистрофічні процеси.

Конфлікт інтересів

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

References

- Adam, F. H., German, A. J., McConnell, J. F., Trehy, M. R., Whitley, N., Collings, A., Watson, P. J., & Burrow, R. D. (2012). Clinical and clinicopathologic abnormalities in young dogs with acquired and congenital portosystemic shunts: 93 cases (2003–2008). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 241 (6), 760–765. <https://doi.org/10.2460/javma.241.6.760>
- Assawarachan, S. N., Ongvisespaibool, T., Hakhen, B., Chuchalermporn, P., Maneesaay, P., & Thengchaisri, N. (2023). Predictive factors for two-year survival in dogs with hepatobiliary diseases: Importance of clinical and laboratory monitoring. *Animals*, 13 (16), 2677. <https://doi.org/10.3390/ani13162677>
- Bexfield, N. (2017). Canine idiopathic chronic hepatitis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 47 (3), 645–663. <https://doi.org/10.1016/j.cvs.2016.11.012>
- Del Chicca, F., Schwarz, A., Meier, D., Grest, P., Liesegang, A., & Kircher, P. R. (2018). Non-invasive quantification of hepatic fat content in healthy dogs by using proton magnetic resonance spectroscopy and dual gradient echo magnetic resonance imaging. *Journal of Veterinary Science*, 19 (4), 570. <https://doi.org/10.4142/jvs.2018.19.4.570>
- De Chiara, F., Heebøll, S., Marrone, G., Montoliu, C., Hamilton-Dutoit, S., Ferrandez, A., Andreola, F., Rombouts, K., Grønbaek, H., Felipo, V., Gracia-Sancho, J., Mookerjee, R. P., Vilstrup, H., Jalan, R., & Thomsen, K. L. (2018). Urea cycle dysregulation in non-alcoholic fatty liver disease. *Journal of Hepatology*, 69 (4), 905–915. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2018.06.023>
- Howard, M. (2024). Acute kidney injury and liver disease in an American bulldog with suspected leptospirosis. *Canadian Veterinary Journal*, 65 (4), 385–388.
- Imbery, C. A., Dieterle, F., Ottka, C., Weber, C., Schlotterbeck, G., Müller, E., Lohi, H., & Giger, U. (2022). Metabolomic serum abnormalities in dogs with hepatopathies. *Scientific Reports*, 12 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09056-5>
- Kanemoto, H., Sakai, M., Sakamoto, Y., Spee, B., van den Ingh, T. S. G. A. M., Schotanus, B. A., Ohno, K., & Rothuizen, J. (2013). American cocker spaniel chronic hepatitis in Japan. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27 (5), 1041–1048. Portico. <https://doi.org/10.1111/jvim.12126>
- Kumar, R., Priyadarshi, R. N., & Anand, U. (2021). Chronic renal dysfunction in cirrhosis: A new frontier in hepatology. *World Journal of Gastroenterology*, 27 (11), 990–1005. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i11.990>
- Lin, H., Wong, G. L.-H., Zhang, X., Yip, T. C.-F., Liu, K., Tse, Y. K., Hui, V. W.-K., Lai, J. C.-T., Chan, H. L.-Y., & Wong, V. W.-S. (2022). U-shaped relationship between urea level and hepatic decompensation in chronic liver diseases. *Clinical and Molecular Hepatology*, 28 (1), 77–90. <https://doi.org/10.3350/cmh.2021.0188>
- Pena-Ramos, J., Barker, L., Saiz, R., Walker, D. J., Tappin, S., Hare, C. H. Z., Roberts, M. L., Williams, T. L., & Bexfield, N. (2021). Resting and postprandial serum bile acid concentrations in dogs with liver disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35 (3), 1333–1341. <https://doi.org/10.1111/jvim.16134>
- Pereira, A. F., Jota Baptista, C., Faustino-Rocha, A., Oliveira, P. A., & Coelho, A. C. (2025). Renal biomarkers in companion animals – A review. *Animals*, 15 (6), 818. <https://doi.org/10.3390/ani15060818>
- Vlizlo, V., Prystupa, O., Slivinska, L., Guttyj, B., Maksymovych, I., Shcherbatyy, A., Lychuk, M., Partyka, U., Chernushkin, B., Rusyn, V., Leno, M., & Leskiv, K. (2023). Treatment of animals with fatty liver disease using a drug based on the seeds of *Silybum marianum*. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (3), 424–431. <https://doi.org/10.15421/10.15421/022362>
- Galatyuk, O. Ye., Romanynshyna, T. O., & Lakhman, A. R. (2019). Pathogenetic aspects of dogs' infectious hepatitis treatment. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 21 (94), 3–8. <https://doi.org/10.32718/nvvet9401>
- Zon, G., Ivanovska, L., & Zon, I. (2019). Infectious hepatitis in dogs (state of the problem). *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine*, 4 (47), 16–21. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2019.4.3>
- Lokes, P. I., Kravchenko, S. O., Hryshchuk, A. V., & Lokes-Krupka, T. P. (2014). Morphology of the liver and kidneys in hepatic-renal syndrome in dogs and cats. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 50–54. <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.01.13>
- Lokes-Krupka, T. P., Kanivets, N. S., Derenchuk, Yu. I., & Krylevets, Yu. V. (2018). The value of diet therapy for the treatment of domestic cats which have hepatitis. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 135–137. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.26>
- Morozenko, D., Vashchuk, Y., Zakhariyev, A., Berezhnyi, D., Selukova, N., & Glibova, K. (2022). The pathogenetic role of glycoproteins and proteoglycans in dog glomerulonephritis. *ScienceRise: Biological Science*, 4 (33), 27–30. <https://doi.org/10.15587/2519-8025.2022.266237>

19. Ostrovskiy, O. Ya., & Slivinska, L. G. (2024). Diagnostic informativeness of biopsy for chronic kidney disease in cats. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26 (113), 3–8. <https://doi.org/10.32718/nvivet11301>
20. Tsvilikhovskiy, M. I., & Lokes-Krupka, T. P. (2014). The enzyme activity in blood serum of domestic cats suffering from hepatolipidos during treatment. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 101–103. <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.03.20>

ORCID

V. Rudyashko 

<https://orcid.org/0009-0009-4671-6227>



2025 by the author(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.

Diagnostics of dermatites and use of plant-based preparations in the treatment of dogs

N. Dmytrenko¹ | N. Kanivets¹ | S. Kravchenko¹ | L. Karysheva¹ | S. Zarytskyi¹ | O. Deviatko²

Article info

Correspondence Author

N. Dmytrenko

E-mail:

nadiia.dmytrenko@pdaa.edu.ua¹ Poltava State Agrarian University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine² National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Heroiv Defence Str., 15,
Kyiv, 03041, Ukraine**Citation:** Dmytrenko, N., Kanivets, N., Kravchenko, S., Karysheva, L., Zarytskyi, S., & Deviatko, O. (2025). Diagnostics of dermatites and use of plant-based preparations in the treatment of dogs. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 277–284. doi: 10.31210/spi2025.28.03.43

Animal dermatites are spread skin pathologies manifested by a wide range of symptoms, largely common to various nosological units. One of the problems in veterinary medicine for small-size animals are dermatites of allergic origin. This is a series of diseases characterized by itching, erythema, rashes, pyoderma, and secondary skin lesions. Domestic dogs are animals for which dermatites of allergic origin are a significant problem. The diagnostics of allergic dermatites in dogs and the treatment of diseased animals require a differential approach and appropriate therapy. Preparations for external use based on natural active ingredients always require clinical testing, taking into account the differential diagnostics of the pathology. The results of examining dogs with dermatites of various etiologies are described in the article. The spread of allergic dog dermatitis in the city of Poltava was analyzed. The study results show that flea dermatitis is registered in 52 % of dogs from the total number of dermatitis cases, atopic dermatitis – in 29.6 %, food allergy – in 12.2 %, contact dermatitis – in 6.1 %. The attention was focused on the manifestations of dermatites, their localization, and it was noted that skin lesions are often complicated by secondary infection. The study covered 58 dogs with dermatitis, which were divided into four control and four experimental groups depending on the etiological factor of dermatitis. The dogs in the control groups were treated according to the dermatitis treatment protocol depending on the etiology. The preparation for external use, Tsilytel Allergostop cream-balm was added to the treatment regimen for the animals in the experimental groups. The condition of the dogs and the skin regeneration process were monitored on the 14th, 20th, and 60th days of the treatment. The results of the treatment in the experimental groups showed a positive effect on average 3-5 days earlier compared to the treatment regimen for the animals in the control groups.

Keywords: dermatitis, animal diagnostics and therapy, skin diseases, dog, medicinal plants.

Діагностика дерматитів та застосування препаратів на рослинній основі у лікуванні собак

Н. І. Дмитренко¹ | Н. С. Канівець¹ | С. О. Кравченко¹ | Л. П. Каришева¹ | С. М. Зарицький¹ | О. С. Дев'ятко²¹ Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна² Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна

Дерматити у тварин є поширеною патологією шкіри, що проявляється широким спектром симптомів, значною мірою спільних для різних нозологічних одиниць. Однією із проблем у ветеринарній медицині дрібних тварин є дерматити алергічного походження. Це низка хвороб, що характеризуються свербіжем, еритемою, висипами, піодермією, вторинними ураженнями шкіри. Свійські собаки є тваринами, для яких дерматити алергічного походження становлять суттєву проблему. Діагностика алергічних дерматитів у собак та лікування хворих тварин потребує диференційного підходу та відповідної терапії. Застосування зовнішніх препаратів на основі натуральних діючих речовин завжди потребує клінічної апробації, з урахуванням диференційної діагностики патології. У статті описані результати дослідження собак за дерматитів різної етіології. Проаналізовано поширення алергійного дерматиту у собак в м. Полтава. Результати досліджень свідчать, що блошиний дерматит реєструється у 52 % собак від загальної кількості проявів дерматиту, атопічний дерматит – 29,6 %, харчова алергія – 12,2 %, контактний дерматит – 6,1 %. Акцентовано увагу на проявах дерматитів, їх локалізацію та зазначено, що ураження шкіри часто ускладнюються вторинною інфекцією. Дослідження охопило 58 собак хворих на дерматит, яких поділили на чотири контрольні та чотири дослідні групи залежно від етіологічного чинника дерматиту. Собак контрольних груп лікували з дотриманням протоколу лікування дерматиту залежно від етіології. До схеми лікування тварин дослідних груп було введено препарат для зовнішнього застосування, а саме крем-бальзам «Цілител алергостоп». Моніторинг стану собак та процесу регенерації шкіри проводили на 14-ту, 20-ту та 60-ту добу лікування. Результати проведеного лікування в дослідних групах засвідчили позитивний ефект в середньому на 3–5 днів раніше порівняно зі схемою лікування тварин контрольної групи.

Ключові слова: дерматит, діагностика і терапія тварин, хвороби шкіри, собака, лікарські рослини.**Бібліографічний опис для цитування:** Дмитренко Н. І., Канівець Н. С., Кравченко С. О., Каришева Л. П., Зарицький С. М., Дев'ятко О. С. Діагностика дерматитів та застосування препаратів на рослинній основі у лікуванні собак. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 277–284.

Вступ

Дерматити у собак – це група патологій, які можуть мати схожі клінічні прояви, такі як свербіж, еритема, шкірні висипання, вторинні ураження шкіри, попри різну етіологію та патогенез і потребують різних підходів до методів діагностики. За загально-визнаними принципами, будь-яке захворювання потребує, передусім, етіотропної терапії, що є найбільш ефективною та надійною. Проте, що стосується дерматитів, далеко не завжди є можливість встановити істину причину розвитку патології. У такому випадку доцільною видається патогенетична терапія. Ветеринарна фармакологічна промисловість пропонує цілий ряд препаратів для місцевого застосування, що містять натуральні компоненти, зокрема екстракти лікарських рослин, які створюють протизапальний, антисептичний та ранозагоювальний ефект. Проте їх ефективність залежить від форми дерматиту, етіологічного чинника та клінічних проявів захворювання.

В сучасних умовах утримання дрібних тварин шкірні захворювання є досить поширеними, а тому обрана тема нашого дослідження є актуальною. Серед захворювань шкіри собак, з якими власники звертаються за допомогою до ветеринарних фахівців є бактеріальні інфекції, атопічний дерматит, розлади гіперчутливості, побічні реакції на корм (кормова алергія), зовнішній отит, неоплазія, дерматофітія, рани, інвазії тощо [18, 27].

Серед шкірних уражень атопічний дерматит проявляється у 10 % свійських собак [9]. Хронічне запалення шкіри, зокрема атопічний дерматит, у собак викликає постійний свербіж, як наслідок вражається шкіра, яка стає складчастою, з червонуватими лусочками, що ускладнює перебіг захворювання [6]. Відомо, що за атопічного дерматиту вражається шкіра в ділянці пахвини (88,4 %), черева (78,8 %), шиї (76,9 %), пахової западини (71,1 %), лап та морди (69,2 %). А також запалена шкіра може реєструватись у зовнішньому вусі (67,3 %), на кінцівках (48 %) та хвості (7,6 %) [5]. Необхідно відмітити, що атопічний дерматит відноситься до захворювань шкіри запального характеру з рецидивуючим перебігом, це значно впливає на самопочуття хворої тварини [14].

У собак часто реєструються первинні бактеріальні інфекції шкіри (піодермія), вуха, причиною яких є *Staphylococcus pseudintermedius*, або вторинні, що є ускладненнями харчової алергії [15, 23]. На жаль, часте застосування місцевих та резорбтивних антибіотиків за бактеріального ураження шкіри, вух, ран у собак обумовило розвиток антибіотикорезистентності мікроорганізмів, зокрема до *Staphylococcus intermedius*, *P. aeruginosa* [3, 7]. Лікування тварин, хворих на бактеріальну інфекцію, з високою резистентністю є складним. Водночас, тісний контакт між власником і твариною сприяє мікробному обміну, в тому числі й множинної лікарської стійкості [20]. Повідомляється, що надмірний ріст мікроорганізмів може виникати на тлі розладу функції епідермального бар'єру, тому

лікування обумовлює застосування як антибактеріальних засобів, так і протизапальних [24]. Постійне застосування розчину хлоргексидину біглюконату в лікуванні шкірних дерматитів призвело до появи толерантності в окремих грамнегативних бактерій, хоча для більшості грампозитивних бактерій цей препарат досить ефективний [26]. Тому існує потреба у пошуку та застосуванні альтернативних препаратів у лікуванні тварин з дерматитами.

Ураження шкіри, зокрема дерматити на тлі дерматофітії, у собак реєструється рідше, однак необхідно враховувати зоонозну складову [18]. Лікування тварин за цієї патології ефективне [19].

Існують повідомлення про застосування рослинних препаратів, які були включені до схеми лікування собак за дерматитів (піодермії, атопічного і блошиного дерматитів, ран тощо) і показали скорочення терміну одужання [16, 18]. Тому, доцільною є клінічна апробація препаратів на основі компонентів лікарських рослин, що обумовлює актуальність наших досліджень.

Мета дослідження

Метою роботи було: з'ясувати нозологічну структуру дерматологічної патології собак у м. Полтава, встановити особливості клінічних проявів дерматитів різної етіології та визначити терапевтичний ефект від застосування препарату на основі лікарських рослин.

Завдання: охарактеризувати ураження шкіри за дерматитів різної етіології, проаналізувати тривалість лікування собак за дерматитів із застосуванням препарату на основі лікарських рослин.

Матеріали і методи

Дослідження проводили впродовж 2023–2025 років, на базі навчально-науково-виробничої клініки Полтавського державного аграрного університету, в умовах кафедри терапії імені професора П. І. Локеса. В процесі досліджень застосовували діагностичні методи: клінічного спостереження, загальноклінічні методи, алергологічні дослідження, метод діагностики за терапевтичним ефектом, метод елімінаційної дієти з наступною провокацією, провокаційний тест [28].

Дослідження проводили на спонтанно хворих на дерматит собаках. Зокрема, всього було задіяно 58 тварин, з них: блошиний дерматит (n=24); атопічний дерматит (n=16); харчова алергія (n=10); контактний дерматит (n=8).

З метою визначення ефективності включення в схему лікування місцевих засобів на рослинній основі, створили 4 контрольні групи кількістю: 12 (блошиний дерматит), 8 (атопічний дерматит), 5 (харчова алергія) та 4 (контактний дерматит), та 4 дослідні групи за принципом аналогів.

Тваринам першої контрольної групи (n=12) з ознаками блошиного дерматиту із лікувальною метою

використовували препарат Сімпарика, згідно настанови до застосування.

Тваринам другої контрольної групи (n=8), хворим на атопічний дерматит, застосовували препарат Апоквель.

Тваринам третьої контрольної групи (n=5), хворим на харчову алергію, призначали елімінаційну дієту Royal Canin Hypoallergenic.

Тваринам четвертої контрольної групи (n=4), хворим на контактний дерматит, усували контакт з алергеном.

Тваринам дослідних груп додатково застосовували крем-бальзам «Цілитель алергостоп» який містить в своєму складі кедрову та соняшникову олію, екстракт ехінацеї, олію обліпихи, екстракт солодки, алантоїн та D-пантенол, що сприяє проникненню в нижні шари шкіри антиалергенів та діючих речовин, впродовж 14 днів.

Результати лікування аналізували на 14-ту добу та під час моніторингу через 20 та 60 діб після лікування,

враховуючи прояви клінічних симптомів алергійного дерматиту.

Результати та їх обговорення

Результати наших досліджень свідчать, що найпоширенішими формами дерматитів алергійного походження у собак м. Полтава є: блошиний алергійний дерматит, атопічний дерматит, харчова алергія та алергійний контактний дерматит, що частково узгоджується з результатами інших дослідників [9, 18, 27]. Для встановлення точного діагнозу та призначення ефективної терапії необхідне проведення диференціальної діагностики між цими нозологічними формами, що включає комплексний підхід, об'єктивну оцінку симптомів, виключення інших захворювань та систематичне спостереження за динамікою лікування. Основні диференціальні відмінності клінічних показників між різними алергічними дерматитами у собак представлені в **таблиці 1**.

Таблиця 1

Порівняння клінічних ознак основних форм алергічних дерматитів у собак

Ознака	Блошиний дерматит	Атопічний дерматит	Харчова алергія	Контактний дерматит
Початок симптомів	Раптовий, після укусів бліх	Поступовий, часто у молодих собак	Несезонний, поступовий	Через 24–72 год після контакту з алергеном
Сезонність	Часто у теплу пору року	Може бути сезонною або постійною	Відсутня	Відсутня або залежить від середовища
Локалізація уражень	Круп, хвіст, живіт	Морда, вуха, лапи, пахвина, живіт	Вуха, морда, живіт, лапи, періанальна зона	Місця прямого контакту з алергеном (морда, живіт, лапи, пахвина, подушечки лап)
Свербіж	Сильний, локалізований, інтенсивний, переважно в ділянці крупа	Середній або сильний, генералізований	Сильний, інтенсивний, генералізований	Помірний, локалізований на місці контакту
Шлунково-кишкові прояви	Відсутні	Відсутні	Часто наявні (діарея, блювання, метеоризм)	Відсутні
Ураження вух	Рідко	Часто	Часто	Рідко
Реакція на лікування	Добра відповідь на антипаразитарні засоби	Потребує тривалого комплексного лікування	Поліпшення при елімінаційній дієті	Зникнення симптомів після усунення алергену
Реакція на усунення алергену	Покращення після етіотропного лікування	Може зберігатись, потребує комплексного лікування	Поліпшення після елімінаційної дієти	Швидко покращення після усунення контакту
Реакція на дієтотерапію	Нейтральна	Нейтральна	Позитивна при виключенні алергену	Нейтральна
Підтвердження діагнозу	Виявлення бліх або продуктів їх життєдіяльності	Виключення інших причин	Елімінаційна дієта та провокаційний тест	Анамнез, виключення інших причин, пробний контакт з алергеном

Найчастішою формою дерматиту у собак є блошиний алергійний дерматит, який становить серйозну клінічну проблему в практичній ветеринарній дерматології. Причиною захворювання є алергічна реакція організму тварини на антигени, що містяться у слині бліх (*Ctenocephalides canis*), яка потрапляє у шкіру при укусі [22]. За результатами наших досліджень, блошиний алергійний дерматит реєстрували у 52 % усіх собак з шкірною патологією. Виявляли блошиний дерматит у собак різного віку, порід та статі, однак найчастіше – у тварин зі зниженою резистентністю або за постійного контакту з ектопаразитами.

Клінічні ознаки блошиного дерматиту були характерними і залежали від ступеня сенсibilізації організму та інтенсивності інвазії. Основним симптомом був виражений інтенсивний свербіж, який

супроводжувався частим розчісуванням, вилизуванням або кусанням уражених ділянок тіла. У результаті механічного подразнення на шкірі утворювалися ерозії, струпи, гіперемія та вторинні піодермії, що ускладнювало перебіг основного захворювання. Типовою локалізацією уражень були круп, хвіст, внутрішня поверхня стегон, пахвина та живіт. У цих зонах спостерігали симетричне випадіння шерсті (алопеції), що супроводжувалось гіперпигментацією, потовщенням епідермісу та ліхеніфікацією (ущільненням шкіри) за хронічного перебігу. В деяких тварин реєстрували генералізовані шкірні реакції з розповсюдженням запального процесу на значну площу тіла. Супутньо у хворих собак реєстрували підвищену збудливість та зниження апетиту, що може свідчити, за даними літератури, про загальний дискомфорт та погіршення

якості життя тварини [1]. В цілому клінічні прояви блошиного дерматиту у собак є досить характерними, але внаслідок можливого нашарування вторинних інфекцій та супутніх патологій, діагностика може бути утруднена. Наявність на тілі собаки, або в навколишньому середовищі, бліх або їх фекалій («чорного піску») виступає додатковою діагностичною ознакою. Ключовим діагностичним тестом є позитивна динаміка клінічного стану після застосування антипаразитарних засобів [2].

Атопічний дерматит – це хронічне запальне захворювання шкіри, алергічного походження [6]. За нашими дослідженнями, він займає друге місце за поширеністю серед усіх алергічних дерматопатій у собак м. Полтава (29,6 % досліджених тварин). Алергенами можуть виступати різноманітні речовини, наприклад, трава, спори пліснявих грибів, кліщі домашнього пилу та інші.

Найчастіше атопічний дерматит діагностували у собак таких порід як французький бульдог, мопс, лабрадор ретривер, голден ретривер, американський стаффордширський тер'єр, німецький пінчер та німецька вівчарка. Початок клінічних проявів реєстрували у тварин віком від 6 місяців до 6–7 років, але найчастіше – від одного до чотирьох років. Вираженої сезонної динаміки у виникненні захворювання не відмічали, проте частіше прояви атопічного дерматиту спостерігали в теплу пору року з початком цвітіння рослин, які містять алергени. Атопічний дерматит перебігав хронічно, проявлявся інтенсивним свербіжем, еритемами, іноді алопеціями, часто ускладнювався грибково-

бактеріальними інфекціями. Ураження переважно локалізувались в ділянці вух, морди, передніх лап, бічної поверхні ліктьового суглоба, живота та дистальних відділів кінцівок (*рис. 1–4*). Наші дослідження підтверджують існуючі дані щодо цього виду дерматитів [5, 6, 14].

Внаслідок свербіжу тварини вилизували уражені місця, розчісували лапи, терлися об різні предмети, що спричиняло патологічні зміни шкіри у вигляді екземи (піотравматичного дерматиту) та створювало сприятливі умови для нашарування вторинної мікрофлори і вогнищ ліхенізації. Початковими клінічними ознаками атопічного дерматиту були: еритема, набряк і свербіж. На уражених ділянках з'являлися пухирі (еритематозно-бульозна форма), які внаслідок подряпин і укусів швидко спадали або лопалися, натомість утворювались неглибокі ерозії, вкриті лусочками (еритематозно-бляшкова форма) (*рис. 5–6*). Набряк поступово зменшувався, а симптоми свербіжу та еритеми посилювалися. В ділянках інтенсивного свербіжу шкіра ставала потовщена, шорстка, з тріщинами, покривалася шаром відмерлого епідермісу, виникали алопеції та ліхенізація шкіри.

Варто відмітити, що атопічний дерматит має певні особливості перебігу в різних порід собак [6]. У собак породи німецька вівчарка частіше проявлялись бактеріальні піодермії і піотравматичний дерматит із сильним свербінням. У лабрадорів і мопсів основними симптомами були запалення вух і свербіння в ділянці морди, живота і пахвини. У собак породи стаффордширський тер'єр найчастіше спостерігали запалення шкіри пальців ніг (пододерматит).



Рис. 1. Ураження вух у собаки, хворої на атопічний дерматит



Рис. 2. Ураження шкіри внаслідок розчухування у собаки, хворої на атопічний дерматит



Рис. 3. Ураження носа у собаки, хворої на atopічний дерматит



Рис. 4. Екзема у собаки, хворої на atopічний дерматит



Рис. 5. Еритематозно-бульозні ураження лап у собаки хворої на atopічний дерматит



Рис. 6. Еритематозно-сквамозні ураження у тварини хворої на atopічний дерматит

Харчова алергія виникає у собак внаслідок патологічної реакції імунної системи на протеїн чи інші компоненти корму [8]. Захворювання перебігає

хронічно, часто поєднується з іншими алергічними патологіями і становить серйозну проблему для ветеринарних фахівців через складність діагностики

та необхідність тривалого контролю за раціоном тварини [11]. Харчову алергію діагностували у 12,2 % від усіх собак з шкірною патологією. За результатами клінічних спостережень, цей вид алергії найчастіше проявлявся у тварин віком від 1 до 5 років, незалежно від статі чи породи. Зазвичай захворювання розвивалося поступово, починаючи з незначних шкірних проявів, які з часом прогресували та переходили в хронічну форму. Основною клінічною ознакою харчової алергії були двосторонній отит та інтенсивний свербіж, який не мав сезонності та майже не піддавався симптоматичному лікуванню. Свербіж, за харчової алергії, найчастіше локалізувався в ділянці вух, морди, лап, пахвини, живота, у окремих випадках мав генералізований характер. Внаслідок самотравматизації на шкірі формуються еритеми, папули, ерозії, а у подальшому – гіперпигментація та ліхеніфікація [25]. У частини хворих тварин також відмічали перианальні ураження, набряк і свербіж навколо анального отвору. На відміну від інших алергійних патологій, за харчової алергії часто фіксували диспептичні прояви: періодичне блювання, метеоризм, діарею або нестійкі випорожнення, іноді з домішками слизу.

«Золотим стандартом» діагностики харчової алергії вважається елімінаційна дієта – повне виключення з раціону потенційно алергенних компонентів та перехід на новий або гідролізований протеїн [13]. В рамках нашого дослідження було обрано два варіанти дієти: комерційні гіпоалергенні корми з гідролізованим білком (Royal Canin Nuroallergenic та Hill's z/d) та домашня дієта, що включала нове джерело білка (кролик) та нове джерело вуглеводів (рисова крупа). Елімінаційний період призначали тривалістю від 7 тижнів, впродовж яких власники суворо дотримувались запропонованого раціону без додаткових ласощів, вітамінів, жувальних іграшок чи смаколиків. У 87 % собак вже на 3–4 тижень спостерігали суттєве зменшення свербіжів, запалення у вухах, зникнення еритеми, нормалізацію випорожнень. По завершенню елімінаційного періоду проводили провокацію – поступово повертали до раціону компоненти, які собака споживала раніше. У разі появи симптомів харчової алергії впродовж 3–7 днів після повторного введення раніше споживаного інгредієнта діагноз на харчову алергію вважали підтвердженим.

Алергічний контактний дерматит у собак проявляється ураженням шкіри запального характеру, що виникає в місцях прямого контакту з алергеном [4]. Клінічні випадки алергічного контактного дерматиту у собак реєстрували у 6,1 % від усіх шкірних проявів алергійних патологій. При зборі анамнезу було встановлено, що клінічні прояви контактного дерматиту в більшості тварин з'являються через 24–72 години після контакту з алергеном. Головними клінічними симптомами алергічного контактного дерматиту були: почервоніння (еритема), набряк, папульозні або везикулярні висипання в зонах, які безпосередньо контактують з алергеном. Найчастіше ураження локалізувались на животі, внутрішній поверхні стегон, пахвових западинах, подушечках

лап, на морді та міжпальцевих проміжках. У період загострення перебігу хвороби реєстрували гіперемію і набряк шкіри, везикули з серозними виділеннями, що поступово трансформувалися у ерозії та струпи. За хронічного перебігу хвороби переважають ознаки гіперпигментації, сухості шкіри, ліхеніфікації, нашарування вторинної бактеріальної чи грибової інфекції. Важливим для встановлення діагнозу є позитивний ефект після усунення контакту з алергеном [10]. З метою диференційної діагностики алергічного контактного дерматиту проводили провокаційний тест – повторний контрольований контакт з підозрюваним алергеном.

Лікування собак за алергійних захворювань базується на патогенетичній терапії, зниженні клінічних симптомів і контролі за перебігом захворювання. Важливу роль відіграє включення в схему лікування засобів, які сприяють усуненню уражень шкіри та відновленню шкірного бар'єру [24].

Серед собак, хворих на блошиний дерматит, за лікування, було отримано наступні результати. У собак контрольної групи свербіж, еритеми зникали на 7–9 добу після застосування протипаразитарного засобу, а осередки піодерматиту залишались до 14–18 діб. У собак відповідної дослідної групи свербіж минав вже на 2–3 добу, еритеми на 4–5 добу, а до 14 доби в жодній тварини не було осередків піодерматиту. На ділянках алопецій шерстний покрив відновлювався з однаковою інтенсивністю як у контрольній, так і в дослідній групах.

У собак, хворих на atopічний дерматит, до початку лікування реєстрували інтенсивний свербіж, еритеми, алопеції та множинні осередки піотравматичного дерматиту (екземи), а також вогнища ліхеніфікації. У собак дослідної групи спостерігали зниження свербіжів вже на 4-й день терапії (у собак контролю – на 8–9 добу). Прояви пододерматиту у собак дослідної групи зникали на 6–7 добу лікування, а у собак контролю залишались навіть на 14-ту добу. До 21-ї доби у 81,3 % пацієнтів клінічні ознаки (еритема, лущення, розчухування) були значно зменшені або відсутні. За використання крем-бальзаму «Цілител ь алергостоп» впродовж 6 тижнів після завершення курсу лікування у собак дослідної групи помітно зменшувались осередки ліхеніфікації шкіри. Включення лікарських рослинних препаратів в основну схему лікування за atopічного дерматиту, за даними інших дослідників, дозволяє знизити симптоми запалення, синдром сенесценції клітин та їх інфільтрацію [12].

Дерматологічні прояви харчової алергії полягали у розвитку двостороннього зовнішнього отиту та інтенсивному свербіжі. За застосування базової схеми лікування (елімінаційна дієта), прояви алергії вщухали, в середньому, на 10–12 добу, а у собак дослідної групи, вже на 4–5 добу, що свідчить про ефективність досліджуваного препарату. Також у період провокації клінічні симптоми з'являлись на 7–10 добу пізніше у тварин дослідної групи. Відомо, що найголовнішим завданням у лікуванні собак за харчової алергії є виключення алергенного корму [21]. Існують повідомлення про застосування комбінації

солодки та бета-глюкану в одному препараті для лікування собак за харчової алергії. Автори повідомляють про полегшення клінічних симптомів захворювань, прискорення процесу загоєння, зменшення ознак вторинної інфекції, підвищенні ефективності етіотропної терапії та прогнозу на одужання [17].

Найбільш ефективним застосування крему-бальзаму «Цілител ь алергостоп» було у собак з проявами контактного алергічного дерматиту. Зокрема, у тварин контрольної групи навіть при уникненні контакту з алергенами прояви дерматиту залишались впродовж 10–14 діб, а у тварин дослідної групи свербіж та еритеми зникали вже після першого застосування препарату і не поновлювались навіть після повторного контакту з алергеном.

Висновки

1. Дерматити алергічного походження мають широке поширення у собак м. Полтава.

2. Захворюваність на алергічні дерматит у собак в м. Полтава складає: блошиний дерматит – 52 %, атопічний дерматит – 29,6 %, харчова алергія – 12,2 %, контактний дерматит – 6,1 %.

3. Застосування крему-бальзаму «Цілител ь алергостоп» супроводжується більш швидким зникненням клінічних симптомів дерматиту, порівняно з базовою схемою лікування собак, за алергічних дерматитів.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Aboobacker, S., Harris, B. W., & Limaem, F. (2023). Lichenification. In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK537332/>
2. Anderson, J., Saleh, H. M., & Paterek, E. (2024). Flea Bites. In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK541118/>
3. Beever, L., Bond, R., Graham, P. A., Jackson, B., Lloyd, D. H., & Loeffler, A. (2015). Increasing antimicrobial resistance in clinical isolates of *Staphylococcus intermedius* group bacteria and emergence of MRSP in the UK. *Veterinary Record*, 176 (7), 172–172. Portico. <https://doi.org/10.1136/vr.102651>
4. Bradley, C. W., Mauldin, E. A., & Morris, D. O. (2023). A review of cutaneous hypersensitivity reactions in dogs: A diagnostician's guide to allergy. *Veterinary Pathology*, 60 (6), 783–795. <https://doi.org/10.1177/03009858231189298>
5. Brar, R. K., Dhaliwal, P. S., Kumar, A., Chhabra, S., & Uppal, S. K. (2017). Clinico-pathological studies on atopic dermatitis in dogs. *Journal of Animal Research*, 7 (3), 507. <https://doi.org/10.5958/2277-940x.2017.00075.4>
6. Drechsler, Y., Dong, C., Clark, D., & Kaur, G. (2024). Canine atopic dermatitis: Prevalence, impact, and management strategies. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 15, 15–29. <https://doi.org/10.2147/vmmr.s412570>
7. Fungwithaya, P., Chanchaithong, P., Phumthanakorn, N., & Prapasarakul, N. (2017). Nasal carriage of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in dogs treated with cephalixin monohydrate. *Canadian Veterinary Journal*, 58 (1), 73–77.

8. Hakanen, E., Lehtimäki, J., Salmela, E., Tiira, K., Anturanen, J., Hielm-Björkman, A., Ruokolainen, L., & Lohi, H. (2018). Urban environment predisposes dogs and their owners to allergic symptoms. *Scientific Reports*, 8 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19953-3>
9. Hensel, P., Santoro, D., Favrot, C., Hill, P., & Griffin, C. (2015). Canine atopic dermatitis: detailed guidelines for diagnosis and allergen identification. *BMC Veterinary Research*, 11 (1). <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0515-5>
10. Ho, K. K., Campbell, K. L., & Laverne, S. N. (2015). Contact dermatitis: a comparative and translational review of the literature. *Veterinary Dermatology*, 26 (5), 314. <https://doi.org/10.1111/vde.12229>
11. Jackson, H. A. (2023). Food allergy in dogs and cats; current perspectives on etiology, diagnosis, and management. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 261 (S1), S23–S29. <https://doi.org/10.2460/javma.22.12.0548>
12. Jin, S. E., Ha, H., Yoo, S.-R., Jeon, W.-Y., Lee, N., Lee, M.-Y., Choi, S., Jang, J.-H., Park, E., Kim, S., & Seo, C.-S. (2020). Topical application of a new herbal complex, NI-01, ameliorates house dust mite-induced atopic dermatitis in NC/Nga mice. *Nutrients*, 12 (5), 1240. <https://doi.org/10.3390/nu12051240>
13. Kurchenko, A. I., Romaniuk, L. I., & Levchenko, A. R. (2023). Food allergy. Modern View of diagnosis and treatment. *Asthma and Allergy*, 2023 (4), 65–73. <https://doi.org/10.31655/2307-3373-2023-4-65-73>
14. Linek, M., & Favrot, C. (2010). Impact of canine atopic dermatitis on the health-related quality of life of affected dogs and quality of life of their owners. *Veterinary Dermatology*, 21 (5), 456–462. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2010.00899.x>
15. Loeffler, A., Cain, C. L., Ferrer, L., Nishifujii, K., Varjonen, K., Papich, M. G., Guardabassi, L., Frosini, S. M., Barker, E. N., & Weese, J. S. (2025). Antimicrobial use guidelines for canine pyoderma by the International Society for Companion Animal Infectious Diseases (ISCAID). *Veterinary Dermatology*, 36 (3), 234–282. <https://doi.org/10.1111/vde.13342>
16. Mayer, M., Zbinden, M., Vogl, C. R., Ivemeyer, S., Meier, B., Amorena, M., Maeschli, A., Hamburger, M., & Walkenhorst, M. (2017). Swiss ethnoveterinary knowledge on medicinal plants – a within-country comparison of Italian speaking regions with north-western German speaking regions. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 13 (1). <https://doi.org/10.1186/s13002-016-0106-y>
17. Micháľová, A., Takáčová, M., Karasová, M., Kunay, L., Grellová, S., & Fialkovičová, M. (2022). Comparative study of classical and alternative therapy in dogs with allergies. *Animals*, 12 (14), 1832. <https://doi.org/10.3390/ani12141832>
18. Moriello, K. A., Coyner, K., Paterson, S., & Mignon, B. (2017). Diagnosis and treatment of dermatophytosis in dogs and cats. *Veterinary Dermatology*, 28 (3), 266. <https://doi.org/10.1111/vde.12440>
19. Nardoni, S., Giovanelli, S., Pistelli, L., Mugnaini, L., Profili, G., Pisseri, F., & Mancianti, F. (2015). In vitro activity of twenty commercially available, plant-derived essential oils against selected dermatophyte species. *Natural Product Communications*, 10 (8), 1473–1478. <https://doi.org/10.1177/1934578x1501000840>
20. Naziri, Z., Poormaleknia, M., & Ghaedi Oliyaei, A. (2022). Risk of sharing resistant bacteria and/or resistance elements between dogs and their owners. *BMC Veterinary Research*, 18 (1). <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03298-1>
21. Rostaher, A., Hofer-Inteeworn, N., Kümmerle-Fraune, C., Fischer, N. M., & Favrot, C. (2016). Triggers, risk factors and clinico-pathological features of urticaria in dogs – a prospective observational study of 24 cases. *Veterinary Dermatology*, 28 (1), 38. <https://doi.org/10.1111/vde.12342>
22. Rust, M. (2017). The biology and ecology of cat fleas and advancements in their pest management: A review. *Insects*, 8 (4), 118. <https://doi.org/10.3390/insects8040118>
23. Santoro, D., Marsella, R., Pucheu-Haston, C. M., Eizenschenk, M. N. C., Nuttall, T., & Bizikova, P. (2015). Review: Pathogenesis of canine atopic dermatitis: skin barrier and host-micro-organism interaction. *Veterinary Dermatology*, 26 (2), 84. Portico. <https://doi.org/10.1111/vde.12197>

24. Skowron, K., Bauza-Kaszewska, J., Kraszewska, Z., Wiktorczyk-Kapischke, N., Grudlewska-Buda, K., Kwiecińska-Piróg, J., Walecka-Zacharska, E., Radtke, L., & Gospodarek-Komkowska, E. (2021). Human skin microbiome: Impact of intrinsic and extrinsic factors on skin microbiota. *Microorganisms*, 9 (3), 543. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030543>
25. Skypala, I. J., Williams, M., Reeves, L., Meyer, R., & Venter, C. (2015). Sensitivity to food additives, vaso-active amines and salicylates: a review of the evidence. *Clinical and Translational Allergy*, 5 (1). <https://doi.org/10.1186/s13601-015-0078-3>
26. Townsend, E. C., Xu, K., De La Cruz, K., Huang, L., Sandstrom, S., Arend, D., Gromek, O., Scarborough, J., Huttenlocher, A., Gibson, A. L. F., & Kalan, L. R. (2024). *Still not sterile: Chlorhexidine gluconate treatment does not completely reduce skin microbial bioburden and promotes pathogen overabundance in patients undergoing elective surgeries.* <https://doi.org/10.1101/2024.07.20.602341>
27. Tresch, M., Mevissen, M., Ayrle, H., Melzig, M., Roosje, P., & Walkenhorst, M. (2019). Medicinal plants as therapeutic options for topical treatment in canine dermatology? *A systematic review.* *BMC Veterinary Research*, 15 (1). <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1854-4>
28. Udraite Vovk, L., Watson, A., Dodds, W. J., Klinger, C. J., Classen, J., & Mueller, R. S. (2019). Testing for food-specific antibodies in saliva and blood of food allergic and healthy dogs. *The Veterinary Journal*, 245, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.12.014>

ORCID

N. Dmytrenko		https://orcid.org/0000-0001-5336-2361
N. Kanivets		https://orcid.org/0000-0001-9520-2999
S. Kravchenko		https://orcid.org/0000-0002-7420-9320
L. Karysheva		https://orcid.org/0000-0002-0124-4774
S. Zarytskyi		https://orcid.org/0000-0001-9186-6122
O. Deviatko		https://orcid.org/0000-0002-7834-7472



2025 by the author(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.

Changes in the blood serum of dogs infested with different components' mixed invasions

D. Kryvoruchenko¹✉

Article info

Correspondence Author

D. Kryvoruchenko

E-mail:

denys.kryvoruchenko@gmail.comState Biotechnological
University,
Alchevsky Str., 44,
Kharkiv, 61002, Ukraine**Citation:** Kryvoruchenko, D. (2025). Changes in the blood serum of dogs infested with different components' mixed invasions. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 285–289. doi: 10.31210/spi2025.28.03.44

The most widespread parasitic organisms that cause gastrointestinal disorders in dogs are mainly helminthes and protozoa, which became considerably spread throughout the world, including Ukraine. These pathogens cause diarrhea, vomiting, anorexia, and anemia in animals as a result of the development of intoxication and inflammatory processes, mainly in the gastrointestinal tract, and at some zoonotic helminthiasis – in other organs. All these clinical changes are reflected in the changes in several blood parameters of infected animals. The aim of the research was to establish the peculiarities of the influence of endoparasites on the biochemical parameters of dogs' blood serum in case of different component mixed invasions. The studies were conducted in the conditions of "Dovira" private veterinary clinic (Kharkiv). Four groups of animals were formed, one of which was the control (clinically healthy dogs) and three experimental ones (the first group was infected with trichurises, the second group was infected with trichurises and dipylidies, the third group was infected with trichurises, dipylidies and cystoisosporos. It has been found by the conducted studies that with the increase in the number of co-members in the parasitocenosis, changes in the biochemical parameters of the blood serum of infested dogs become more significant, which indicates a more severe course of the disease. With trichurid mono-invasion, the biochemical parameters in the blood serum of infested dogs did not significantly differ from the similar parameters of clinically healthy animals. At trichurosis-dipilidiosis mixed invasion, infected animals showed a decrease in albumin content (by 8.24 %, 31.08 g/l) and glucose (by 14.15 %, 4.37 mmol/l), as well as an increase in creatinine content (by 28.27 %, 118.59 c/l) and total bilirubin (by 21.0 %, 8.70 μmol/l). In the case of three-component mixed invasion (trichurosis-dipilidiosis-cystoisosporosis), more significant changes were found in the blood serum of infected dogs, which were characterized by a decrease in the content of total protein (by 6.05 %, 62.54 g/l), albumin (by 13.17 %, 29.41 g/l), glucose (by 23.77 %, 3.88 mmol/l), as well as an increase in the content of creatinine (by 40.31 %, 129.72 μmol/l), total bilirubin (by 40.06 %, 10.07 μmol/l). The obtained research results expand the existing data on individual elements of pathogenesis at multicomponent mixed invasions.

Keywords: parasitology, dogs, two-component, three-component mixed invasions, helminths, protozoa, biochemical indicators.

Зміни в сироватці крові інвазованих собак за різнокомпонентних мікстинвазій

Д. О. Криворученко

Державний
біотехнологічний
університет,
м. Харків, Україна

Найпоширенішими паразитичними організмами, що викликають шлунково-кишкові розлади у собак, є, головним чином, гельмінти та найпростіші, які набули значного поширення у всьому світі, у тому числі й в Україні. Ці збудники призводять до виникнення у тварин діареї, блювоти, анорексії, анемії внаслідок розвитку інтоксикації та запальних процесів, переважно у шлунково-кишковому тракті, а за окремих зоонозних гельмінтозів – в інших органах. Всі ці клінічні зміни відображаються у змінах окремих показників крові у інвазованих тварин. Метою досліджень було встановити особливості впливу ендопаразитів на біохімічні показники сироватки собак за різнокомпонентних мікстинвазій. Дослідження проводили в умовах приватної ветеринарної клініки «Довіра» (м. Харків). Було сформовано чотири групи тварин, з яких одна – контрольна (клінічно здорові собаки) та три дослідні (перша – інвазовані трихурисами, друга – асоціацією трихурисів і дипілідій, третя – асоціацією трихурисів, дипілідій і цистоізоспор). Проведеними дослідженнями встановлено, що зі зростанням співчленів у паразитоценозі, зміни з боку біохімічних показників сироватки крові інвазованих собак стають більш значними, що вказує на більш важкий перебіг захворювання. За трихурозної моноінвазії біохімічні показники у сироватці крові інвазованих собак достовірно не відрізнялися від аналогічних показників клінічно здорових тварин. За трихурозно-дипілідіозної мікстинвазії у інвазованих тварин встановлювали зниження вмісту альбумінів (на 8,24 %, 31,08 г/л) та глюкози (на 14,15 %, 4,37 ммоль/л), а також зростання вмісту креатиніну (на 28,27 %, 118,59 мкмоль/л) та загального білірубіну (на 21,0 %, 8,70 мкмоль/л). За трикомпонентної мікстинвазії (трихурозно-дипілідіозно-цистоізоспорозної) у сироватці крові інвазованих собак встановлено більш значні зміни, які характеризувалися зниженням вмісту загального білку (на 6,05 %, 62,54 г/л), альбумінів (на 13,17 %, 29,41 г/л), глюкози (на 23,77 %, 3,88 ммоль/л), а також зростанням вмісту креатиніну (на 40,31 %, 129,72 мкмоль/л), загального білірубіну (на 40,06 %, 10,07 мкмоль/л). Отримані результати досліджень розширюють вже існуючі дані щодо окремих ланок патогенезу за різнокомпонентних мікстинвазій.

Ключові слова: паразитологія, собаки, двокомпонентні, трикомпонентні мікстинвазії, гельмінти, найпростіші організми, біохімічні показники.**Бібліографічний опис для цитування:** Криворученко Д. О. Зміни в сироватці крові інвазованих собак за різнокомпонентних мікстинвазій. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 285–289.

Вступ

Відомо, що клінічно здорові собаки можуть бути носіями та виділяти у довкілля збудників зоонозних захворювань, які небезпечні для здоров'я людини та інших домашніх і диких тварин [1–4]. До таких збудників відносять нематод *Toxocara canis*, *Trichuris vulpis*, *Ancylostoma caninum*, цестод *Echinococcus granulosus* та *Dipylidium caninum*, а також паразитичних найпростіших організмів, які можуть перебігати як у вигляді моноінвазії, так і у вигляді різнокомпонентних мікстінвазій [5–7].

Так, на території Хмельницької області авторами виявлено у 53 % обстежених собак паразитування одного або кількох видів збудників, а саме: *T. canis*, *A. caninum*, *U. stenocephala*, *Giardia* spp. Причому токсокарозну моноінвазію виявлено у 51 % собак, а змішані інвазії з двома або більше паразитами виявлено у 27 % собак [8]. В умовах ветеринарної клініки у м. Біла Церква при копроовоскопічному дослідженні собак виділено яйця *T. canis*, *A. caninum*, *T. vulpis* та кокони *D. caninum*, де показники екстенсивності інвазії коливалися в межах від 28,6 до 90,6 %. Разом з тим, у 66,6 % цуценят виявлено токсокарозну моноінвазію, асоціацію *T. canis* + *D. caninum* – у 33,3–77,8 %, асоціацію *T. canis* + *A. caninum* – у 22,2 % [9].

На території Словаччини яйця кишкових гельмінтів були виявлені у 27,1 % собак. Загалом було зареєстровано шість різних збудників, а саме: *T. canis* (14,7 %), *Toxascaris leonina* (1,6 %), *T. vulpis* (6,3 %), *Capillaria* spp. (1,4 %), *Ancylostoma/Uncinaria* spp. (8,3 %) та яйця теніїд (4,0 %). З-поміж виявлених паразитозів у 20,6 % собак виявлено лише моноінвазію. Змішані інвазії, спричинені двома або трьома видами паразитів, були виявлені у 4,6 та 1,8 % тварин відповідно. Найчастіше реєстрували асоціації *T. canis* + *T. vulpis* та *Ancylostoma/Uncinaria* spp. + *T. vulpis*. Змішані інвазії, спричинені трьома видами гельмінтів, найчастіше були спричинені асоціацією *T. canis* + *Ancylostoma/Uncinaria* spp. + *T. vulpis* [10].

У західній частині Естонії дослідники виявили, що 87,0 % обстежених собак були інвазовані гельмінтами, а саме: Taeniidae (65,5 %), *Trichuris* spp./*Eucoleus* spp. (15,5 %), *U. stenocephala* (14,7 %) та *T. canis* (4,3 %). Мікстінвазії виявлені у 34,5 % собак, де найпоширенішою виявилася асоціація Taeniidae та *U. stenocephala* (41,4 %) [11].

Відомо, що кишкові паразити можуть спричинювати патологічні стани у собак, особливо у цуценят, такі як затримка росту, шлунково-кишкові розлади, схуднення, зниження імунної відповіді на різні патогени [12–14]. Зокрема, гематофаги, такі як анкілостоми і трихуриси, можуть спричиняти травматичні ураження слизової оболонки кишечника хазяїна, що призводить до анемії, яка у цуценят може призвести до загибелі [15–17]. Тому, актуальним є вивчення окремих аспектів патогенезу за моно- та мікстінвазій у собак, зокрема вплив паразитів на показники їх крові.

Мета дослідження

Метою досліджень було встановити особливості впливу ендопаразитів на біохімічні показники сироватки собак за різнокомпонентних мікстінвазій.

Матеріали і методи

Роботу виконували впродовж 2024–2025 рр. в умовах приватної ветеринарної клініки «Довіра», м. Харків.

Було сформовано три групи собак віком від 5 міс. до 4 років, з яких одна – контрольна (клінічно здорові собаки) та три дослідні (перша – інвазовані трихурисами, друга – асоціацією трихурисів і дипілідій, третя – асоціацією трихурисів, дипілідій і цистоізоспор) по 7 голів у кожній.

Визначення біохімічних показників сироватки крові проводили за загальноприйнятими методами [18]. Вміст загального білка (г/л), альбумінів (г/л), креатиніну (мкмоль/л), загального білірубину (мкмоль/л), глюкози (ммоль/л) визначали за допомогою автоматичного біохімічного аналізатора «Miura 200» (Виробник Via delle Driadi, Італія).

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL» шляхом визначення середнього арифметичного (M), стандартного відхилення (SD) та рівня вірогідності (P) з використанням методики однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера.

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, що залежно від співчленів мікстінвазій зміни в показниках сироватки крові інвазованих собак значно різнилися. Так, за трихуриною моноінвазією біохімічні показники сироватки крові у інвазованих собак достовірно не відрізнялися від аналогічних показників клінічно здорових тварин. Водночас, за асоціативного одночасного перебігу трихурисів та дипілідій у інвазованих тварин встановлювали зниження вмісту альбумінів на 8,24 % ($31,08 \pm 3,19$ г/л, $P < 0,05$) та глюкози на 14,15 % ($4,37 \pm 0,56$ ммоль/л, $P < 0,05$), а також зростання вмісту креатиніну на 28,27 % ($118,59 \pm 24,18$ мкмоль/л, $P < 0,05$) та загального білірубину на 21,0 % ($8,70 \pm 1,21$ мкмоль/л, $P < 0,05$) порівняно з аналогічними показниками у клінічно здорових собак (**рис. 1**).

За асоціативного одночасного перебігу трихурисів, дипілідій та цистоізоспор зміни в показниках сироватки крові інвазованих собак мали більш значні відхилення порівняно зі змінами, виявленими у собак за двокомпонентної мікстінвазії. Так, у сироватці крові інвазованих собак встановлено зниження вмісту загального білку на 6,05 % ($62,54 \pm 3,73$ г/л, $P < 0,05$), альбумінів на 13,17 % ($29,41 \pm 3,20$ г/л, $P < 0,01$), глюкози на 23,77 % ($3,88 \pm 0,27$ ммоль/л, $P < 0,001$), а також зростанням вмісту креатиніну на 40,31 % ($129,72 \pm 26,79$ мкмоль/л, $P < 0,01$) і загального білірубину на 40,06 % ($10,07 \pm 2,78$ мкмоль/л, $P < 0,01$) (**рис. 2**).

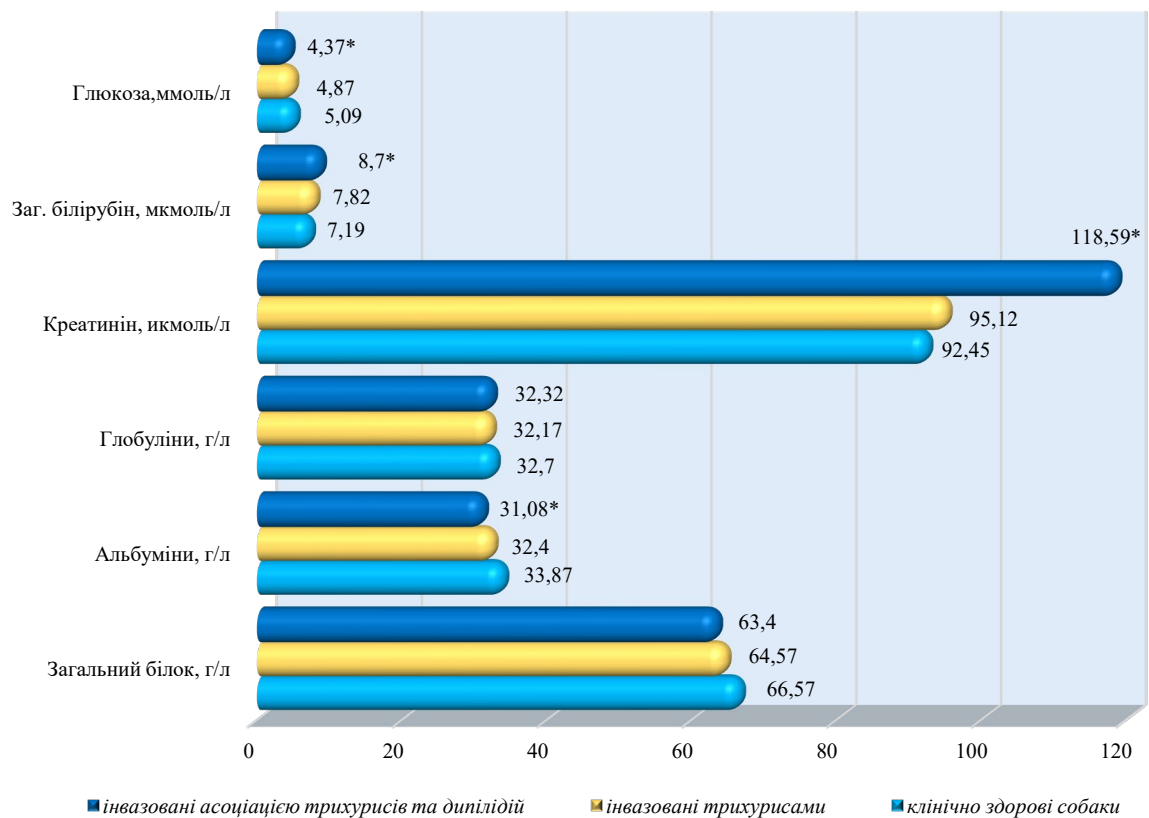


Рис. 1. Біохімічні показники сироватки крові собак за трихурозної моноінвазії та трихурозно-дипілідіозної мікстінвазії (n=7)

Примітки: * – $P < 0,05$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

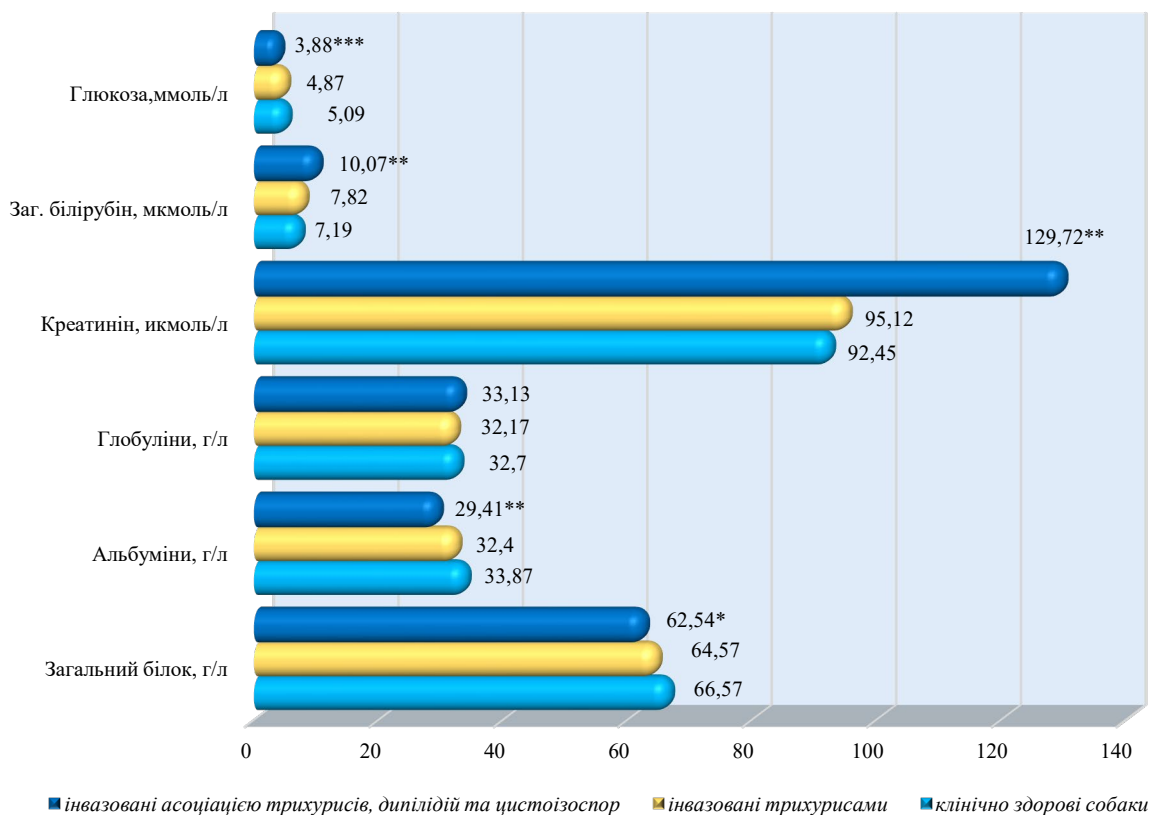


Рис. 2. Біохімічні показники сироватки крові собак за трихурозної моноінвазії та трихурозно-дипілідіозно-цистоізоспорозної мікстінвазії (n=7)

Примітки: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

Відомо, що шлунково-кишкові інвазії собак, зумовлені паразитуванням нематод, цестод та найпростіших організмів, є найпоширенішою групою захворювань у різних країнах світу, а також окремі збудники мають зоонозний потенціал і можуть заражати людину [1–3, 6, 7]. Причому, науковці зазначають, що залежно від наявних збудників в організмі дефінітивного хазяїна відбуваються різні зміни, які відображаються на гематологічних показниках [19, 20]. Тому, нами було проведено визначення змін біохімічних показників сироватки крові у інвазованих собак за різнокомпонентних мікстинвазій.

Проведеними дослідженнями встановлено, що за одночасного паразитування трихурисів та дипілідій у інвазованих тварин знижувався вміст альбумінів на 8,24 % ($P < 0,05$) та глюкози на 14,15 % ($P < 0,05$), а також зростав вміст креатиніну на 28,27 % ($P < 0,05$) та загального білірубину на 21,0 % ($P < 0,05$). За одночасного паразитування трихурисів, дипілідій та цистоізоспор у сироватці крові інвазованих собак встановлювали більш значні зміни, які характеризувалися зниженням вмісту загального білку на 6,05 % ($P < 0,05$), альбумінів на 13,17 % ($P < 0,01$), глюкози на 23,77 % ($P < 0,001$), а також зростанням вмісту креатиніну на 40,31 % ($P < 0,01$), загального білірубину на 40,06 % ($P < 0,01$).

Схожі дані отримані нами були раніше, де за трихурозно-токсокарозної інвазії виявлено зростання вмісту креатиніну (на 20,63 %, $P < 0,05$), загального білірубину (на 15,58 %, $P < 0,05$), а також зниження вмісту глюкози (на 15,52 %, $P < 0,05$). Разом з тим, за трихурозно-токсокарозно-дипілідіозної інвазії у сироватці крові інвазованих собак виявляли більш зрушення з боку вмісту загального білка ($P < 0,05$), альбумінів ($P < 0,05$), креатиніну ($P < 0,01$), загального білірубину ($P < 0,01$) [21].

Виявлені зміни, на нашу думку, пов'язані з токсичною та механічною дією личинок та дорослих гельмінтів на органи та тканини інвазованих собак.

Отримані результати досліджень розширюють вже існуючі дані щодо окремих ланок патогенезу за різнокомпонентних мікстинвазій.

Висновки

Доведено, що зі зростанням співчленів у мікстинвазії, зміни показників сироватки крові у інвазованих собак мають більш значні зрушення, які свідчать про негативний вплив паразитів на організм хворих собак. За трихурозно-дипілідіозної мікстинвазії у інвазованих тварин знижується вміст альбумінів (на 8,24 %, $P < 0,05$) та глюкози (на 14,15 %, $P < 0,05$), а також збільшується вміст креатиніну (на 28,27 %, $P < 0,05$) та загального білірубину (на 21,0 %, $P < 0,05$). За трихурозно-дипілідіозно-цистоізоспоронозної мікстинвазії у сироватці крові інвазованих собак знижується вміст загального білку (на 6,05 %, $P < 0,05$), альбумінів (на 13,17 %, $P < 0,01$), глюкози (на 23,77 %, $P < 0,001$), збільшується вміст креатиніну (на 40,31 %, $P < 0,01$), загального білірубину (на 40,06 %, $P < 0,01$).

Конфлікт інтересів

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

References

1. Arruda, A. A., Bresciani, K. D. S., Werner, S. S., & Silva, B. F. D. (2023). Occurrence of gastrointestinal parasites in dogs in a rural area of Santa Catarina, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 32 (3), e005723. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612023061>
2. Sterneberg-van der Maaten, T., Turner, D., Van Tilburg, J., & Vaarten, J. (2016). Benefits and risks for people and livestock of keeping companion animals: searching for a healthy balance. *Journal of Comparative Pathology*, 155 (1), 8–17. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2015.06.007>
3. Morand, S., McIntyre, K. M., & Baylis, M. (2014). Domesticated animals and human infectious diseases of zoonotic origins: domestication time matters. *Infection, Genetics and Evolution: Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics in Infectious Diseases*, 24, 76–81. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2014.02.013>
4. Traub, R. J., Robertson, I. D., Irwin, P. J., Mencke, N., & Thompson, R. C. (2005). Canine gastrointestinal parasitic zoonoses in India. *Trends in Parasitology*, 21 (1), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2004.10.011>
5. Robertson, I. D., & Thompson, R. C. (2002). Enteric parasitic zoonoses of domesticated dogs and cats. *Microbes and Infection*, 4 (8), 867–873. [https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(02\)01607-6](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(02)01607-6)
6. Dantas-Torres, F., & Otranto, D. (2014). Dogs, cats, parasites, and humans in Brazil: opening the black box. *Parasites & Vectors*, 7, 22. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-22>
7. Ingole, R. S., Khakse, H. D., Jadhao, M. G., & Ingole, S. R. (2018). Prevalence of Echinococcus infection in dogs in Akola district of Maharashtra (India) by Copro-PCR. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, 13, 60–63. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2018.03.013>
8. Mushynskiy, A. B., Karchevska, T. M., Prosyanyi, S. B., Kernychnyi, S. P., & Savchuk, L. B. (2024). Gastrointestinal parasites of dogs, analysis of prevalence and treatment efficacy. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26 (115), 88–92. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11513>
9. Shahanenko, R., Rublenko, S., Shahanenko, V., Kozii, N., Avramenko, N., Antipov, A., & Goncharenk, V. (2024). The prevalence of zoonotic intestinal helminthiasis in dog. *Naukovij Visnik Veterinarної Medicini*, 2 (192), 88–101. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2024-192-2-88-101>
10. Jarošová, J., Antolová, D., Lukáč, B., & Maňari, A. (2021). A survey of intestinal helminths of dogs in Slovakia with an emphasis on zoonotic species. *Animals*, 11 (10), 3000. <https://doi.org/10.3390/ani11103000>
11. Tull, A., Valdmann, H., Rannap, R., Kaasiku, T., Tammeleht, E., & Saarma, U. (2022). Free-ranging rural dogs are highly infected with helminths, contaminating environment nine times more than urban dogs. *Journal of Helminthology*, 96, e19. <https://doi.org/10.1017/S0022149X22000116>
12. Savilla, T. M., Joy, J. E., May, J. D., & Somerville, C. C. (2011). Prevalence of dog intestinal nematode parasites in south central West Virginia, USA. *Veterinary Parasitology*, 178 (1-2), 115–120. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.12.034>
13. Villeneuve, A., Polley, L., Jenkins, E., Schurer, J., Gilleard, J., Kutz, S., Conboy, G., Benoit, D., Seewald, W., & Gagné, F. (2015). Parasite prevalence in fecal samples from shelter dogs and cats across the Canadian provinces. *Parasites & Vectors*, 8 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0870-x>
14. Qadir, S., Dixit, A. K., Dixit, P., & Sharma, R. L. (2011). Intestinal helminths induce haematological changes in dogs from Jabalpur, India. *Journal of Helminthology*, 85 (4), 401–403. <https://doi.org/10.1017/S0022149X10000726>
15. Gilman, R. H. (1982). Hookworm disease: host-pathogen biology. *Reviews of Infectious Diseases*, 4 (4), 824–829. <https://doi.org/10.1093/4.4.824>

16. Traversa, D. (2012). Pet roundworms and hookworms: a continuing need for global worming. *Parasites & Vectors*, 5, 91. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-91>
17. Yevstafieva, V., Dolhin, O., Melnychuk, V., Dedukhno, A., Pishchalenko, M., & Krasota, O. (2023). The influence of chemicals on the development and viability of *Trichuris vulpis* nematode eggs isolated from infested dogs. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (4), 559–563. <https://doi.org/10.15421/022381>
18. Vlizlo, V. V. (red.). (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarii medytsyni* : Dovidnyk. Lviv: Spolom [in Ukrainian]
19. Etim, N. N., Williams, M. E., Akpabio, & Offiong, E. (2014). Haematological parameters and factors affecting their values. *Agricultural Science*, 2 (1), 37–47. <https://doi.org/10.12735/as.v2i1p37>
20. Khan, T. A., & Zafar, F. (2005). Haematological study in response to varying doses of estrogen in broiler chicken. *International Journal of Poultry Science*, 4(10), 748–751. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.748.751>
21. Kryvoruchenko, D., & Yevstafieva, V. (2025). Influence of causatives of germintoses of the digestive tract on biochemical indicators of serum of dogs with mono- and myxed invasions. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (2), 219–223. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.02.34>

ORCID

D. Kryvoruchenko 

<https://orcid.org/0000-0002-2044-8019>



2025 by the author(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.

Peculiarities of anesthetic provision and techniques of surgical interventions in rats

B. Kyrychko✉ | K. Shepel

Article info

Correspondence Author

B. Kyrychko

E-mail:

kaf.chir@ukr.netPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine**Citation:** Kyrychko, B., & Shepel, K. (2025). Peculiarities of anesthetic provision and techniques of surgical interventions in rats. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 290–294. doi: 10.31210/spi2025.28.03.45

The contemporary approaches to anesthetic provision and surgical interventions in pet rats within veterinary practice are considered in the article, taking into account the animals' physiological and age-related characteristics. The aim of the study is to summarize clinically relevant anesthesia protocols based on international recommendations and practical experience, with an emphasis on humane treatment and ensuring animal welfare. The methodology included literature analysis, clinical observations, and testing of combined anesthesia schemes in rats during scheduled surgical interventions. It was found that the choice of anesthetic approach depends on the type of intervention, the physiological condition of the animal, equipment availability, and post-operative care requirements. For short-term procedures, injectable sedation using medetomidine, midazolam, or dexmedetomidine combined with buprenorphine is recommended, providing stable anesthesia without the need for specialized equipment. For medium-duration surgeries, analgesic injection protocols are expedient, while inhalation anesthesia with isoflurane or sevoflurane is optimal for prolonged or abdominal operations. Premedication with atropine, α_2 -agonists, and opioids helps reduce stress, stabilize vital indicators, and improve induction quality. Monitoring of vital functions (respiration, heart rate, thermoregulation, reflexes) is conducted every 5-15 minutes. Within the clinical practice of Poltava State Agrarian University (PSAU), castrations and excisions of neoplasms were carried out using inhalation anesthesia, demonstrating stable physiological parameters and rapid recovery of activity. Post-operative care includes thermal support, isolation, and analgesia, ensuring both humane treatment and clinical effectiveness of interventions. The obtained results enable to formulate practical recommendations for selecting anesthetic protocols depending on the type of surgery and the animal's condition, thereby contributing to the standardization of veterinary care for rats.

Keywords: rats, surgical operations, anesthetic support, surgical technique.

Особливості анестезіологічного забезпечення й техніки хірургічних втручань у щурів

Б. П. Киричко | К. Ю. Шепель

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

У статті розглянуто сучасні підходи до анестезіологічного забезпечення та хірургічних втручань у декоративних щурів у межах ветеринарної практики, з урахуванням фізіологічних та вікових особливостей тварин. Метою роботи є узагальнення клінічно релевантних протоколів анестезії, що базуються на міжнародних рекомендаціях та практичному досвіді, з акцентом на гуманне поводження та забезпечення добробуту пацієнтів. Методологія включала аналіз літературних джерел, клінічні спостереження та апробацію комбінованих схем наркозу у щурів під час планових оперативних втручань. Встановлено, що вибір анестезіологічного підходу залежить від типу маніпуляції, фізіологічного стану тварини, доступності обладнання та потреби в післяопераційному догляді. Для короткотривалих процедур рекомендовано ін'єкційну седацію на основі медетомідину, мідазоламу або дексмедетомідину з бупренорфіном, що забезпечує стабільний рівень наркозу без потреби в спеціалізованому обладнанні. У випадках середньої тривалості доцільним є застосування анальгетичних ін'єкційних схем, тоді як для тривалих або абдомінальних втручань оптимальним методом є інгаляційна анестезія ізофлураном або севофлураном. Премедикація атропіном, α_2 -агоністами та опіоїдами дозволяє знизити стрес, стабілізувати життєві показники та покращити якість індукції. Моніторинг життєвих функцій (дихання, серцевий ритм, терморегуляція, рефлекси) здійснюється кожні 5–15 хвилин. У межах клінічної практики ПДАУ проведено кастрації та ексцизії новоутворень із застосуванням інгаляційної анестезії, що продемонструвало стабільність фізіологічних показників та швидке відновлення активності. Післяопераційний догляд включає термосупровід, ізоляцію, аналгезію, що забезпечує гуманність та клінічну ефективність втручань. Отримані результати дозволяють сформулювати практичні рекомендації щодо вибору анестезіологічного протоколу залежно від типу операції та стану тварини, сприяючи стандартизації ветеринарної допомоги щурам.

Ключові слова: щури, хірургічні операції, анестезіологічне забезпечення, хірургічна техніка.**Бібліографічний опис для цитування:** Киричко Б. П., Шепель К. Ю. Особливості анестезіологічного забезпечення й техніки хірургічних втручань у щурів. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 290–294.

Вступ

Незважаючи на різноманіття анестезіологічних схем, що використовуються у клінічній та експериментальній практиці, їх застосування часто потребує індивідуального підходу з урахуванням вікових, фізіологічних і порідних особливостей тварин. Відсутність універсальних протоколів анестезії та хірургії у щурів ускладнює стандартизацію ветеринарних втручань і може негативно позначатися на добробуті тварин [1–6].

Згідно з останніми міжнародними публікаціями [7–12], практика ветеринарної анестезії щурів базується на комбінованому підході, що поєднує інгаляційні засоби (ізофлуран, севофлуран) з ін'єкційними препаратами, такими як медетомідин та пропофол. Дослідники наголошують на важливості ретельного моніторингу життєво важливих показників, контролю терморегуляції та підбору дозування відповідно до віку, ваги та фізіологічного стану тварини [2, 5–15]. Крім того, практична ветеринарія стикається з необхідністю адаптації протоколів для різних типів оперативних втручань – від простих лапаротомій до тривалих хірургічних маніпуляцій [16–22]. Враховуючи значну варіативність хірургічних технік та анестетичних засобів, актуальним є створення узагальнених рекомендацій щодо практичного підходу до анестезії та оперативного втручання у щурів у ветеринарній практиці.

Мета дослідження

Метою дослідження є експериментальне обґрунтування й апробація клінічно релевантних методів анестезіологічного забезпечення та хірургічних втручань у декоративний і лабораторних щурів, враховуючи сучасні протоколи, доступні засоби й необхідність гуманного поводження з тваринами.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика інгаляційної та ін'єкційної анестезії у декоративних і лабораторних щурів

Критерій	Інгаляційна анестезія	Ін'єкційна анестезія (без кетаміну)
Тип препаратів	Ізофлуран, севофлуран	Медетомідин, мідазолам, бупренорфін, пропофол
Шлях введення	Через дихальні шляхи (маска, камера)	Внутрішньом'язово, внутрішньочеревно, внутрішньовенно
Контроль глибини наркозу	Високий, титрується в реальному часі	Обмежений, залежить від дози та метаболізму
Індукція та пробудження	Швидкі, регульовані	Залежні від препарату, можуть бути тривалими
Тривалість дії	Регульована, залежить від концентрації	Фіксована, залежить від фармакокінетики
Безпека для пацієнта	Висока за належного моніторингу	Помірна, підвищений ризик передозування або гіпотермії
Потреба в обладнанні	Випарник, маска, система відведення газів	Не потребує спеціального обладнання
Можливість реверсії	Відсутня	Можлива при використанні медетомідину (атипамезол)
Анальгезія після пробудження	Відсутня, потребує додаткових анальгетиків	Можлива за використання бупренорфіну або мелоксикаму
Ризик гіпотермії	Високий, потребує термосупроводу	Високий, особливо за тривалого наркозу
Застосування у польових умовах	Обмежене	Зручне, особливо при відсутності газового обладнання
Підходить для тривалих втручань	Так	Обмежено, залежить від комбінації
Підходить для коротких процедур	Так	Так
Вплив на дихальну систему	Мінімальний, можливий бронходилатаційний ефект	Можлива депресія дихання, зміни газообміну
Вартість застосування	Висока (обладнання + препарати)	Помірна, залежить від комбінації
Вплив на якість дослідження	Висока відтворюваність, стабільність параметрів	Варіативність, залежність від метаболізму

Матеріали і методи

Наукову роботу виконували в умовах навчально-наукової лабораторії та навчально-науково-виробничої клініки ветеринарної медицини кафедри хірургії та акушерства Полтавського державного аграрного університету.

Об'єктом дослідження були анестезіологічне забезпечення та оперативні втручання у декоративних та лабораторних щурів. Для загального знеболювання використовували набір ін'єкційних, інгаляційних анестетиків та засобів для премедикації.

Для виконання й моніторингу інгаляційного наркозу застосовували ветеринарний наркозно-дихальний апарат «VETA 5» (Mindray, Китай) та ветеринарний монітор пацієнта «Vetal 3» (Mindray, Китай). Хірургічні втручання виконували з допомогою височастотного електрохірургічного апарату EXBЧ-200 «Надія» (ТОВ «НДІ прикладної електроніки», Україна).

Дослідження виконували відповідно з вимогами Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» та «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986 р.).

Результати та їх обговорення

У ветеринарній практиці з щурами вибір анестезіологічного підходу ми ґрунтували на комплексній оцінці клінічних чинників, що включають характер хірургічного втручання, фізіологічний стан пацієнта, доступність обладнання та потребу в післяопераційному догляді. Раціональне рішення щодо типу наркозу дозволяє мінімізувати ризики ускладнень, забезпечити ефективну анальгезію та підтримати добробут тварини упродовж усього періопераційного періоду (*табл. 1*).

У разі короткотривалих діагностичних або малоінвазивних маніпуляцій, які не супроводжуються вираженим больовим синдромом, доцільним є застосування ін'єкційної анестезії. Комбінації, що не містять контрольованих речовин, зокрема медетомідину з мідазоламом або дексмететомідину з бупренорфіном, здатні забезпечити стабільний рівень наркозу та придатні для клінічного використання без спеціальної ліцензії. У випадках середньої тривалості та операцій з помірним інвазивним навантаженням рекомендуємо використовувати ін'єкційні схеми з анагетичним супроводом, які дозволяють уникнути використання обладнання та зберігають мобільність ветеринарного фахівця.

Натомість, за тривалих чи абдомінальних хірургічних втручань, що потребують точного

контролю глибини наркозу, оптимальним методом є інгаляційна анестезія з використанням ізофлурану або севофлурану. Цей тип наркозу забезпечує можливість титрування в реальному часі, дозволяє швидко адаптувати глибину анестезії до поточного стану пацієнта та значно знижує метаболічне навантаження, що особливо актуально для ослаблених або літніх щурів. Водночас потреба у спеціалізованому обладнанні обмежує застосування інгаляційного методу в умовах польової практики, де перевага надається ін'єкційним засобам.

Під час проведення маніпуляцій рекомендуємо проводити оцінку життєвих показників кожні 5–10 хв, залежно від тривалості процедури (*табл. 2*).

Таблиця 2

Життєві показники декоративних та лабораторних щурів під час анестезії

Параметри	Нормальні значення	Ознаки порушень	Коментар
Частота дихання	70–110 дих. рух./хв	<70 – надмірна глибина >110 – поверхнева анестезія	Візуально оцінюється по грудних рухах
Серцевий ритм	260–500 уд./хв	<250 – кардіодепресія >550 – тахікардія	Можна моніторити стетоскопом або доплером
Температура тіла	35.9–37.5°C	<35°C – гіпотермія	Обов'язкове термозбереження
Колір слизових оболонок	Рожевий	Блідість, ціаноз	Оцінка перфузії та насичення киснем
Капілярний рефлекс (CRT)	<2 секунди	>2 секунди – погіршення периферичного кровообігу	Притискання хвоста або слизової
Педальний рефлекс	Відсутній при хірургічній глибині	Наявний – недостатній рівень анестезії	Щипання кінцівки для оцінки чутливості
Мигальний рефлекс	Відсутній при глибокій анестезії	Наявний – поверхнева анестезія	Оцінка проводиться ватною паличкою
Позиція тіла та поведінка	Розслаблена, без реакцій	Напруженість, спроби втечі	Необхідна для оцінки стабільності наркозу

У разі використання альфа-2-агоністів (медетомідин, дексмететомідин) рекомендуємо застосування атипамезолу для прискорення пробудження.

В залежності від обраного методу наркозу, важливим етапом є належний післяопераційний догляд, що включає терморегуляцію, ізоляцію тварини до повного пробудження, постійний моніторинг життєво важливих показників, а також обов'язкове призначення аналгезії за допомогою бупренорфіну або мелоксикаму. Таке комплексне анестезіологічне забезпечення дозволяє не лише забезпечити гуманне поводження з щурами, а й досягти високої клінічної ефективності.

Премедикація, за нашими спостереженнями, є ключовим етапом анестезіологічного забезпечення у декоративних та лабораторних щурів, оскільки дозволяє знизити стрес, стабілізувати фізіологічні показники та підвищити безпеку індукції наркозу. Застосування засобів премедикації – таких як атропін, α 2-агоністи чи анагетичні – забезпечує більш контрольований перехід до глибокої анестезії, мінімізує ризики брадикардії, гіперсалівації та покращує якість післяопераційного відновлення (*табл. 3*).

Таблиця 3

Препарати для премедикації у щурів

Препарат / комбінація	Клас препарату	Доза (мг/кг)	Основна дія	Коментар до застосування
Атропину сульфат	Антихолінергік	0,05–0,1	Зменшення слиновиділення, профілактика брадикардії	Вводиться за 10–15 хв до індукції, коротка дія
Медетомідин	α 2-агоніст	0,2–0,5	Сedaція, аналгезія, міорелаксація	Можна реверсувати атипамезолом, пригнічує ЦНС
Дексмететомідин	α 2-агоніст	0,05–0,1	Потужна сedaція, аналгезія	Активний ізомер медетомідину, менше навантаження на печінку
Мідазолам	Бензодіазепін	1–2	Сedaція, ансіолітична дія	Можна комбінувати з медетомідином або опіоїдами
Бупренорфін	Опіоїд	0,01–0,05	Аналгезія	Тривала дія, добре переноситься
Мелоксикам	НПЗЗ	0,2	Протизапальна дія, аналгезія	Застосовується як доповнення до опіоїдів
Атипамезол	α 2-антагоніст	0,75–1,0	Ревeрсія медетомідину / дексмететомідину	Вводиться після завершення втручання

У навчально-науково-виробничій клініці ветеринарної медицини ПДАУ кастрації та видалення новоутворень у декоративних щурів становлять поширені планові та умовно-невідкладні втручання, що потребують ефективного анестезіологічного супроводу. Застосування інгальційної анестезії на основі ізофлурану у поєднанні з премедикацією демонструє стабільність фізіологічних показників, низьку летальність та зручність проведення оперативних втручань.

Кастрація щурів (*рис. 1*) – короткотермінове хірургічне втручання, яке зазвичай виконується у віці 3–8 місяців, із тривалістю процедури 15–20 хвилин. Премедикацію атропіном у дозі 0,05–0,1 мг/кг проводили підшкірно за 10–15 хв до початку індукції, що дозволяє зменшити вагусну активність, стабілізувати серцевий ритм і уникнути гіперсалівації. Ізофлуран подається в індукційній камері на рівні 4–5 %, а для підтримки – через маску у концентрації 1,5–2 %. Всі пацієнти додатково отримують термосупровід, очні краплі та післяопераційну аналгезію мелоксикамом (0,2 мг/кг).

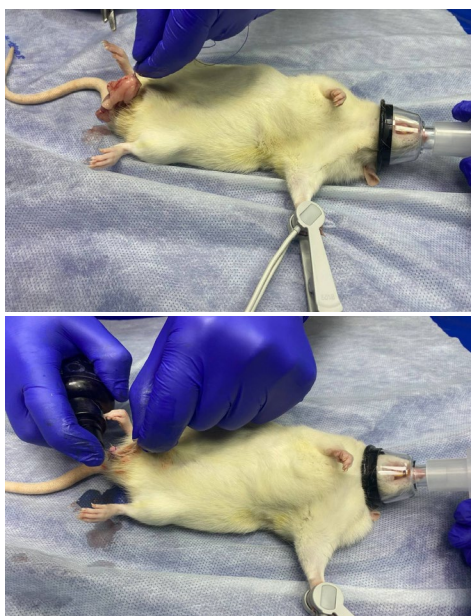


Рис. 1. Кастрація самця декоративного щура з використанням інгальційної анестезії

Видалення підшкірних новоутворень є складнішим втручанням, яке нерідко супроводжується значною кровотечею, глибою травматизацією тканин та необхідністю ширшого доступу (*рис. 2*). При таких маніпуляціях атропін вводили у тій самій дозі як базова премедикація, а наркоз ізофлураном підтримували на рівні 2–2,5 % упродовж 20–40 хв. У разі очікуваного тривалого оперативного втручання додатково проводили аналгезію бупренорфіном (0,01–0,03 мг/кг), що забезпечує мультимодальний контроль болю без суттєвого пригнічення дихального центру.

Моніторинг життєвих функцій здійснювали кожні 5–10 хв: частота дихання, серцевий ритм, колір слизових, рефлекс та реакція на стимул. Після пробудження щурів переводили у теплу ізоляційну клітку без підстилки, із доступом до корму та води.

Повне відновлення активності, апетиту та соціальної поведінки спостерігали упродовж перших 1–3 годин після кастрації, та до 6–12 годин після видалення новоутворень.



Рис. 2. Видалення новоутворення в ділянці правої тазової кінцівки у декоративного щура з використанням інгальційного наркозу

Висновки

Анестезіологічне забезпечення декоративних та лабораторних щурів у ветеринарній практиці потребує індивідуалізованого підходу з урахуванням віку, фізіологічного стану, типу хірургічного втручання та доступності обладнання. Комбіновані протоколи, що поєднують ін'єкційні та інгальційні засоби, дозволяють досягти стабільної глибини наркозу, ефективної аналгезії та мінімізації стресу. Премедикація з використанням атропіну, α_2 -агоністів та опіоїдів значно покращує якість індукції та післяопераційного відновлення. Моніторинг життєвих показників кожні 5–10 хв є критично важливим для забезпечення безпеки пацієнта. Застосування інгальційної анестезії на основі ізофлурану у поєднанні з мультимодальною аналгезією демонструє високу клінічну ефективність при планових втручаннях, таких як кастрація та видалення новоутворень. Отримані результати дозволяють сформулювати практичні рекомендації щодо вибору анестезіологічного протоколу залежно від клінічної ситуації, сприяючи стандартизації ветеринарної допомоги щурам та підвищенню рівня їх добробуту.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Dispersyn, G., Pain, L., & Touitou, Y. (2009). Circadian disruption of body core temperature and rest-activity rhythms after general (Propofol) anesthesia in rats. *Anesthesiology*, 110 (6), 1305–1315. <https://doi.org/10.1097/aln.0b013e3181a10225>
2. Dispersyn, G., Pain, L., & Touitou, Y. (2010). Propofol anesthesia significantly alters plasma blood levels of melatonin in rats. *Anesthesiology*, 112 (2), 333–337. <https://doi.org/10.1097/aln.0b013e3181c920e2>
3. Drobish, J. K., Gan, Z. S., Cornfeld, A. D., & Eckenhoof, M. F. (2016). From the cover: Volatile anesthetics transiently disrupt neuronal development in neonatal rats. *Toxicological Sciences*, 154 (2), 309–319. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfw164>
4. Kikuchi, T., Tan, H., Mihara, T., Uchimoto, K., Mitsushima, D., Takase, K., Morita, S., Goto, T., Andoh, T., & Kamiya, Y. (2013). Effects of volatile anesthetics on the circadian rhythms of rat hippocampal acetylcholine release and locomotor activity. *Neuroscience*, 237, 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2013.01.062>
5. Rodrigues, A. J., Marmarstein, J. T., Kotamraju, B. P., McCallum, G. A., & Durand, D. M. (2025). Effect of anesthesia and diurnal variation on chronic vagus nerve activity in rats. *Journal of Neuroscience Research*, 103 (5), e70045. <https://doi.org/10.1002/jnr.70045>
6. Stratmann, G., May, L. D. V., Sall, J. W., Alvi, R. S., Bell, J. S., Ormerod, B. K., Rau, V., Hilton, J. F., Dai, R., Lee, M. T., Visrodia, K. H., Ku, B., Zusmer, E. J., Guggenheim, J., & Firouzian, A. (2009). Effect of hypercarbia and isoflurane on brain cell death and neurocognitive dysfunction in 7-day-old rats. *Anesthesiology*, 110 (4), 849–861. <https://doi.org/10.1097/aln.0b013e31819c7140>
7. Stratmann, G., Sall, J. W., Bell, J. S., Alvi, R. S., May, L. D. V., Ku, B., Dowlatsahi, M., Dai, R., Bickler, P. E., Russell, I., Lee, M. T., Hrubos, M. W., & Chiu, C. (2010). Isoflurane does not affect brain cell death, hippocampal neurogenesis, or long-term neurocognitive outcome in aged rats. *Anesthesiology*, 112 (2), 305–315. <https://doi.org/10.1097/aln.0b013e3181ca33a1>
8. Stratmann, G., Sall, J. W., May, L. D. V., Bell, J. S., Magnusson, K. R., Rau, V., Visrodia, K. H., Alvi, R. S., Ku, B., Lee, M. T., & Dai, R. (2009). Isoflurane differentially affects neurogenesis and long-term neurocognitive function in 60-day-old and 7-day-old rats. *Anesthesiology*, 110 (4), 834–848. <https://doi.org/10.1097/aln.0b013e31819c463d>
9. Stratmann, G., Sall, J. W., May, L. D. V., Loepke, A. W., & Lee, M. T. (2010). Beyond anesthetic properties: The effects of isoflurane on brain cell death, neurogenesis, and long-term neurocognitive function. *Anesthesia & Analgesia*, 110 (2), 431–437. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e3181af8015>
10. Yoon, S. S., Lee, B. H., Lee, S. H., Choi, S. H., Jeong, S.-J., Kim, S. C., & Yang, C. H. (2022). Effects of isoflurane anesthesia on addictive behaviors in rats. *Psychopharmacology*, 239 (11), 3621–3632. <https://doi.org/10.1007/s00213-022-06236-z>
11. Xiao, X., Wu, J., Zhang, H., Wang, Y., Zhang, J., Liu, L., Yu-Chen, Min-Li, Yang, P., Wu, X., & Liu, J. (2020). The neurotoxic effect of isoflurane on age-defined neurons generated from tertiary dentate matrix in mice. *Brain and Behavior*, 11 (1), e01949. <https://doi.org/10.1002/brb3.1949>
12. Erasso, D. M., Camporesi, E. M., Mangar, D., & Saporta, S. (2013). Effects of isoflurane or propofol on postnatal hippocampal neurogenesis in young and aged rats. *Brain Research*, 1530, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2013.07.035>
13. Tung, A., Herrera, S., Fornal, C. A., & Jacobs, B. L. (2008). The effect of prolonged anesthesia with Isoflurane, Propofol, Dexmedetomidine, or Ketamine on neural cell proliferation in the adult rat. *Anesthesia & Analgesia*, 106 (6), 1772–1777. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e31816f2004>
14. Erasso, D. M., Chaparro, R. E., Quiroga del Rio, C. E., Karlinski, R., Camporesi, E. M., & Saporta, S. (2012). Quantitative assessment of new cell proliferation in the dentate gyrus and learning after isoflurane or propofol anesthesia in young and aged rats. *Brain Research*, 1441, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.11.025>
15. Zhang, Y., Deng, S., Jian, M., Zhang, X., Chen, Y., Wang, J., & Sui, X. (2025). Characterization of somatosensory evoked potentials through fine intrafascicular stimulation via flexible carbon nanotube yarn electrodes under different isoflurane anaesthetics. *Journal of Neuroscience Methods*, 421, 110496. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2025.110496>
16. Kortelainen, J., Al-Nashash, H., Vipin, A., Thow, X. Y., & Ali, A. (2015). The effect of anaesthesia on somatosensory evoked potential measurement in a rat model. *Laboratory Animals*, 50 (1), 63–66. <https://doi.org/10.1177/0023677215589514>
17. Hayton, S. M., Kriss, A., & Muller, D. P. R. (1999). Comparison of the effects of four anaesthetic agents on somatosensory evoked potentials in the rat. *Laboratory Animals*, 33 (3), 243–251. <https://doi.org/10.1258/002367799780578219>
18. Albrecht, M., Henke, J., Tacke, S., Markert, M., & Guth, B. (2014). Influence of repeated anaesthesia on physiological parameters in male Wistar rats: a telemetric study about isoflurane, ketamine-xylazine and a combination of medetomidine, midazolam and fentanyl. *BMC Veterinary Research*, 10 (1). <https://doi.org/10.1186/s12917-014-0310-8>
19. Secher, N., Malte, C. L., Tønnesen, E., Østergaard, L., & Granfeldt, A. (2017). Comparing anesthesia with isoflurane and fentanyl/fluanisone/midazolam in a rat model of cardiac arrest. *Journal of Applied Physiology*, 123 (4), 867–875. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00998.2015>
20. Abdelkhalik, A. S., Youssef, H. A., Saleh, A. S., Bollen, P., & Zvara, P. (2021). Anesthetic protocols for urodynamic studies of the lower urinary tract in small rodents – A systematic review. *PLOS ONE*, 16 (6), e0253192. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253192>
21. Moheban, A. A., Chang, H. H., & Havton, L. A. (2016). The Suitability of Propofol compared with urethane for anesthesia during urodynamic studies in rats. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 55 (1), 89–94.
22. Chang, H.-Y., & Havton, L. A. (2008). Differential effects of urethane and isoflurane on external urethral sphincter electromyography and cystometry in rats. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 295 (4), F1248–F1253. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.90259.2008>

ORCID

B. Kyrychko 

<https://orcid.org/0000-0003-1463-5501>

K. Shepel 

<https://orcid.org/0009-0005-7574-2732>



2025 by the author(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.

Antioxidant effect of L-carnitine on experimentally induced acute toxic lesion of rabbits with Acetaminophen (paracetamol)

H. N. Al-Masoudy✉

Article info

Correspondence Author

H. N. Al-Masoudy

E-mail:

hasoon.n@uokerbala.edu.iqCollege of Veterinary
Medicine, University of
Kerbala,
Karbala, 56001, Iraq

Citation: Al-Masoudy, H. N. (2025). Antioxidant effect of L-carnitine on experimentally induced acute toxic lesion of rabbits with Acetaminophen (paracetamol). *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 295–299. doi: 10.31210/spi2025.28.03.46

The prospects of the use of L-carnitine as an antioxidant to treat acute toxic conditions caused by administering high doses of Acetaminophen (paracetamol) were analyzed in the paper. Rabbits were chosen as the objects of the study. Thus, the aim of this research was to determine the effect of Acetaminophen (paracetamol) acute toxicity on several indicators of rabbits' bloodstream and the role of L-carnitine as an antioxidant against paracetamol toxicity (hepatotoxicity). The experiment was conducted at the Faculty of Medical Laboratory Technology, University of Al-Zahrawi from the period of 7/11/2024 to 01/02/2025. Ten male rabbits of local (hybrid) breeds, weighing 1–1.5 kilograms, aged 6–11 months, were divided into two groups and kept in special cages. All animals were examined to make sure that they were free of injuries and pathologies before the experiment began, and anti-helminthic Albendazole 3 % and the injection solution of Ivermectin (0.1 ml/rabbit) preparations were administered to the rabbits. To prevent eimeriosis, the animals were treated with Amprolium, 0.6 ml/l of drinking water for 4 days. Group 1 (n=5) was the control one; medicines were not used for the rabbits of this group. The animals in group 2 (n=5) were treated with Acetaminophen (paracetamol) at an acute toxic dose (2000 mg/kg), after that they were treated with L-carnitine (250 mg/kg) for three weeks. During the experiment, the experimental and control groups of animals had the same keeping conditions and the identical diet. As a result of the conducted studies, a significant increase in the bloodstream of the liver enzymes (ALT by 45.8%, AST by 54.0%) was found when treated with a toxic dose of Acetaminophen (paracetamol) at the background of the sharp decrease in the erythrocytes and leucocytes number and hemoglobin level (by 20.0, 18.7, and 40.3%, respectively). It was determined that the use of L-carnitine as an anti-oxidant means resulted in the normalization of ALT and AST levels in the bloodstream as well as the number of erythrocytes and leucocytes and the level of hemoglobin. In particular, on the 21st day of the research, the ALT and AST indicators decreased in the blood serum, and in the blood, the amount of the erythrocytes and leucocytes and hemoglobin level increased (by 16.3, 21.9, and 29.6%, respectively) compared to the indicators after Acetaminophen administration.

Keywords: Acetaminophen (paracetamol), blood parameters, hepatotoxicity, L-carnitine.

Антиоксидантні властивості L-карнітину за умови експериментального токсичного ураження кролів ацетамінофеном (парацетамолом)

Х. Н. Аль-Масуді

Коледж ветеринарної
медицини, Університет
Кербела,
провінція Кербела, Ірак

У роботі проаналізовано перспективність використання L-карнітину як антиоксидантного засобу за гострих токсичних станів викликаних введенням підвищених доз ацетамінофену (парацетамолу). В якості об'єкта дослідження було обрано кролів. За мету роботи поставлено визначити впливу гострої токсичності ацетамінофену (парацетамолу) на окремі показники кровоносного русла кролів та встановлення ролі L-карнітину як антиоксиданту за отруєння ацетамінофеном. Експеримент проводився на факультеті медичної лабораторної техніки Університету Аль-Захраві, у період з 11.07.2024 по 01.02.2025 років. Для дослідів використано десять самців кролів місцевих порід, вагою в межах 1–1,5 кілограма та віком від 6 до 11 місяців. Тварини за принципом аналогів були розділені на дві групи. Обидві групи упродовж дослідів утримувалися у спеціальних клітках. Всіх тварин перед проведенням дослідів обстежили на наявність травм та патологій, з профілактичною метою проведено антигельмінтні обробки з використанням Альбендазолу 3 % та ін'єкційного розчину Івермектину. З метою виключення еймеріозу, тваринам протягом 4 днів з питною водою використовували Ампроліум. Кролів з 1 групи обрано як контрольну групу (лікарських препаратів не отримували). У кролів 2 групи для дослідів було викликано гостру токсичність ацетамінофеном (парацетамолом). Препарат застосовували у дозі 2000 мг/кг після чого, кролям упродовж трьох тижнів в якості антиоксидантного засобу використовували L-карнітин (250 мг/кг). Дослідна та контрольна групи тварин під час експерименту мали однакові умови утримання та однаковий раціон. В результаті проведених досліджень встановлено, що введення кролям токсичної дози ацетамінофену (парацетамолу) викликало у кровоносному руслі дослідних тварин значне підвищення рівня печінкових ферментів – АЛТ та АсАТ (на 45,8 та 54,0 % відповідно) на фоні різкого зниження кількості еритроцитів, лейкоцитів та рівня гемоглобіну (на 20,0, 18,7 та 40,3 % відповідно). Визначено, що застосування в якості антиоксидантного засобу L-карнітину призводило до нормалізації в кровоносному руслі рівня АЛТ та АсАТ а також кількості еритроцитів, лейкоцитів й гемоглобіну. Зокрема, на 21 добу дослідження у сироватці крові відбулося зниження АЛТ та АсАТ (на 31,3 та 50,6 % відповідно) а в крові підвищення кількості еритроцитів, лейкоцитів та рівня гемоглобіну (на 16,3, 21,9 та 29,6 % відповідно) порівняно до показників після введення ацетамінофену.

Ключові слова: ацетамінофен (парацетамол), показники крові, гепатотоксичність, L-карнітин.

Бібліографічний опис для цитування: Аль-Масуді Х. Н. Антиоксидантні властивості L-карнітину за умови експериментального токсичного ураження кролів ацетамінофеном (парацетамолом). *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 295–299.

Introduction

The top concern for physicians is hepatotoxicity as a result of administering pharmaceutical products. A biomarker is a measurable, quantifiable characteristic that is used to diagnose a disease or assess how well a treatment is working. A variety of biomarkers are employed to identify liver lesion and detect liver disease [1]. To diagnose liver disease (toxicity), we must measure liver enzymes, especially aminotransferase, which includes AST and ALT. They serve as indicators of hepatocellular lesion. By catalyzing the transfer of amino groups from aspartic acid or alanine to ketoglutaric acid, they contribute to gluconeogenesis by generating pyruvic acid and oxaloacetic acid, respectively [2]. Acetaminophen (paracetamol) use has been associated with liver failure, which has resulted in liver transplantation or death in some cases. Acetaminophen (paracetamol) hepatotoxicity is usually associated with large dosages of Acetaminophen (paracetamol) that exceed the authorized maximum dose [3]. This effect could be caused by taking more than one medicine that contains Acetaminophen (paracetamol) as a component. Regular Acetaminophen (paracetamol) use has also been linked to liver lesions in individuals. There are many antioxidants against toxic materials like vitamin C [4], β -glucan [5], quercetin [6], *Olea europaea* [7], L-carnitine [8]. L-carnitine has antioxidant properties that have been discovered through its ability to protect antioxidant enzymes such as catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD), and glutathione peroxidase (G-px) from further peroxidative damage [8], lipid peroxidation (LPO) [9], and DNA damage [10]. By lowering the generation of hydrogen peroxide (H₂O₂), L-carnitine has a preventive effect against LPO [11]. It is linked to the buffering of excessive acyl-CoA, which can be harmful to cells [8]. L-carnitine vital nutrient (L-3-hydroxy-4-N-N-N-trimethylaminobutyrate) is used by the body to turn fat into energy. It transports fatty acids through the inner mitochondrial membrane so that they can undergo β -oxidation later on [12]. It is also an antioxidant that reduces metabolic stress in the cells. The studies have reported that L-carnitine has an effective 1.1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) free radical scavenging, superoxide anion radical scavenging, hydrogen peroxide scavenging, and the total reducing power [13].

The aim of the study

The aim of the study was to determine the effect of acute toxicity of Acetaminophen (paracetamol) on hepatotoxicity and the role of L-carnitine as an antioxidant against paracetamol toxicity (hepatotoxicity).

Materials and methods

Materials and Chemicals

The animals were administered prophylactically with an internal, hepatic, and intestinal, Albendazole 3 % anti-helminthic preparation and Ivermectin 0.1 ml/rabbit was injected under the skin to prevent internal and external worms. The rabbits were also injected with

Amprolium at a dose of 0.6 ml/liter of drinking water for 4 days to prevent eimeriosis. Those doses as preventive ones did not induce toxicity [14].

Study Area

The experiment was conducted at the College of Medical Laboratory Technology, University of Al-Zahrawi, from the period 7/11/2024 to 02/01/2025.

Study Design

Ten male rabbits, local (hybrid) breeds, weighing 1–1.5 kg, aged 6–11 months, were divided into two groups and kept in special cages. All animals were examined to make sure that they were free of injuries and pathologies before. The experiment started with G1 treated with water and pellets; this group was used as the control one. G2 was treated with Acetaminophen (paracetamol), an acute single toxic dose (2000 mg/kg) [15] orally for one day until the toxic signs appeared (vomiting, anoxia, nausea, and convulsions). Then the rabbits in G 2 were treated with L-carnitine (250mg/kg) [16] orally for three weeks.

Blood Tests

Three milliliters of blood were taken from all the experimental animals directly from the heart [17] at the start of the experiment, after the toxic dose, and finally after 3 weeks of L-carnitine treatment (the end of the experiment). Tubes containing anticoagulants were used for blood parameters. A collection of blood in tubes without anticoagulant (gel tubes) was then centrifuged at 3,000 cycles for 20 minutes to separate blood serum that was used to conduct laboratory tests.

1. Complete Blood Count (CBC).

A blood sample was taken and placed in the Urit-2900 device, and the measurement was done automatically.

2. Alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST).

After putting a serum sample into the DC-40-Mindray apparatus, the measurement was carried out automatically.

Statistical Analysis

The SAS (Statistical Analysis System, version 9.1) was used to statistically analyze the experimental data. For Experiment 2, the one-way ANOVA was used, and least significant differences (LSD) were employed to determine whether there were any significant differences between the group means. $P < 0.05$ was regarded as statistically significant, and the findings were presented as mean $\pm$ standard errors [18].

Ethic Statement

The research was approved by the ethics committee of the University of Kerbala, College of Veterinary Medicine, under the number UOK.VET.HE.2024.089.

Results and discussion

1 The effect of toxic doses of Acetaminophen (paracetamol) and L-carnitine on alanine aminotransferase (ALT) (IU/L):

The effects of oral supplementation of treated L-carnitine and toxic dose of Acetaminophen (paracetamol) on male rabbits at libitum are shown in **Table 1**.

Table 1

The effect of Acetaminophen (paracetamol) toxic dose and L-carnitine on alanine aminotransferase, IU/L.

Parameters of groups	Mean ± SE			LSD Values
	zero time start of the experiment	toxic dose of paracetamol for G2 only	three weeks after L-carnitine treated	
G1	45±1.14 ^a	44.4±1.4 ^a	43.8±0.8 ^a	3.6
G2	45±1.14 ^b	83±4.37 ^a	57±6.26 ^b	13.74

Note: letters indicate a significant difference between periods in each group in the horizontal direction. Values represent mean ± SE (N=10).

G1 does not significantly differ in any of the ensuing areas. G2 exhibits a notable rise in toxicity followed by a notable decline in response to L-carnitine treatment.

2. The effect of Acetaminophen (paracetamol) toxic dose and L-carnitine on aspartate aminotransferase (AST) (IU/L):

The effects of oral supplementation of L-carnitine treatment and toxic dose of Acetaminophen (paracetamol) on male rabbits at libitum are shown in **Table 2**.

Table 2

The effect of Acetaminophen (paracetamol) toxic dose and L-carnitine on aspartate aminotransferase (AST) (IU/L)

Parameters of groups	Mean ± SE			LSD values
	zero time start of the experiment	toxic dose of paracetamol for G2 only	three weeks after L-carnitine treatment	
G1	40.2±1.4 ^a	36.6±2.2 ^a	36.6±1.8 ^a	5.6
G2	30±1.73 ^b	66.8±5.53 ^a	33±1.64 ^b	10.7

Note: letters indicate a significant difference between periods in each group in the horizontal direction. Values represent mean ± SE (N=10).

G1 does not significantly differ in any of the ensuing areas. G2 exhibits a notable rise in toxicity followed by a notable decline in response to L-carnitine treatment.

3. The effect of Acetaminophen (paracetamol) toxic doses and L-carnitine on erythrocytes, packed cell volume, hemoglobin, and leucocytes:

The results show a significant decrease in the blood parameter (RBCs, Hb, PCV, and WBCs) when treated with the toxic dose of Acetaminophen (paracetamol), then followed by a significant increase in the blood indicators (RBCs, Hb, PCV, and WBCs) when treated with L-carnitine. The results are represented in **Table 3**.

Table 3

The effect of Acetaminophen (paracetamol) toxic dose and L-carnitine on blood parameters in rabbits

Parameters in group	Mean ± SE			LSD values
	zero time start of the experiment	toxic dose of paracetamol for G2 only	three weeks after L-carnitine treatment	
RBCs, 10 ⁶ /mm ³ G1	6.5± 0.32 ^a	6.5±0.39 ^a	6.5±0.25 ^a	1.02
RBCs, 10 ⁶ /mm ³ G2	6.5±0.73 ^a	5.2±0.19 ^b	6.2±0.33 ^a	1.08
PCV, % G1	41.0±1.72 ^a	41.2±2.24 ^a	41.2±1.82 ^a	5.99
PCV, % G2	41.0±1.44 ^a	35.5±1.91 ^a	41.9±0.78 ^a	4.78
Hb, g/dL G1	12.5±0.57 ^a	12.6±0.51 ^a	12.6±0.50 ^a	1.63
Hb, g/dL G2	12.3± 0.57 ^a	10.0±0.30 ^b	12.8±0.47 ^a	1.43
WBCs, 10 ³ /mm ³ G1	6.3±0.69 ^a	6.2±0.64 ^a	6.4±0.61 ^a	2.00
WBCs, 10 ³ /mm ³ G2	6.4±1.55 ^a	3.8±1.08 ^b	5.4±1.07 ^a	1.73

Note: RBCs – red blood cells (erythrocytes), PCV – packed cell volume, Hb – hemoglobin, WBCs – white blood cells (leucocytes); letters indicate a significant difference between periods in each group in the horizontal direction; Values represent mean ± SE (N=10).

As a result of the conducted research, there were no significant differences between the animals in G1 in all periods in all parameters, while there was a significant decrease in all parameters in the animals of G2 after being treated with Acetaminophen (paracetamol) toxic dose, then a significant increase in all parameters after being treated with L-carnitine for two weeks.

What happened to rabbits after being given a toxic dose of paracetamol 2000 mg/kg after 24 hours of

pathological symptoms, which were similar to the signs observed by Roth et al. (1999) [19]. A high rate of toxicity in rabbits' blood led to the loss of appetite, lethargy, and imbalance, and as the liver is the main center for paracetamol metabolism, the increase in its dose leads to the destruction of hepatocytes, which provide ready food for the body from the energy stored in the liver, causing the appetite disruption and idleness. Vomiting is caused by intestinal problems

caused by liver impairment and the change in food metabolism [20, 21].

The increase in the level of AST and ALT may be attributed to the hepatotoxicity of paracetamol 2000 mg/kg, which leads to the breakdown of hepatocytes secreting these enzymes present in the cytosol of the hepatocyte into the bloodstream [22], and this indicates that the toxic dose of paracetamol led to injury of the liver [23]. The beneficial effects of L-carnitine supplementation on lipid profile, inflammatory biomarkers, and oxidative stress have been demonstrated in previous studies [24].

L-carnitine participates in the transportation of long-chain fatty acids from the cytoplasm in liver cells to the mitochondria and thus increases the carnitine supplementation, which resulted in a significant decrease in AST, ALT and GGT levels. Consistent with our findings, the previous studies have shown an increase in carnitine content in the liver, especially in patients with liver diseases. A review [25] noted that L-carnitine is involved in the regulation of hepatotoxic processes induced by valproic acid, and L-carnitine supplementation had a protective effect against hepatotoxicity. In another study, L-carnitine increased tissue survival and survival after hepatocyte injury [26].

In an experimental study, the administration of L-carnitine resulted in preservation of liver enzymes (ALT, AST, and GGT) after the induction of hepatocellular injury [27].

Oxidative stress plays an important role in the pathogenesis of paracetamol-induced liver injury [28]. This study showed that paracetamol poisoning caused adverse effects on hematopoietic organs as represented by a decrease in hematological parameters including RBC number, Hb content, PCV %, TLC, platelet amount and neutrophil. These findings are consistent with those of Desnoyers (2000) [29], who showed that the changes in the analyzed blood parameters could be due to the oxidative stress caused by paracetamol, which has a damaging effect on the immune and circulatory organs and red blood cells. Paracetamol inhibits hematopoiesis and causes hematotoxicity, mainly methemoglobinemia and hemolytic anemia. This may be due to the destruction of red blood cells because of increased lipid peroxidation in cell membranes [30]. The disorder and anemia can be overcome by the proposed role of L-carnitine in improving erythrocyte survival by improving erythrocyte membrane stability [31]. Matsumura et al., 1996 [32] found a significant opposite correlation between the total serum carnitine concentration and erythrocyte fragility and weekly maintenance doses of erythropoietin in 26 patients. The studies have shown that supplementation of L-carnitine to maintenance dialysis patients was associated with improvements in red blood cell deformation, membrane stability and hematocrit [33]. There is more data in the literature to support a trial of L-carnitine in anemic patients on maintaining dialysis requiring very high doses of erythropoietin, although the evidence is inconclusive due to the small sample size, small effect size and the lack of treatment times. There are several randomized, placebo-controlled trials that evaluated the effect of L-carnitine on hemoglobin or

hematocrit. One study was conducted before erythropoietin became available, and all patients received folate, vitamin B12, and sodium ferric gluconate at the end of each dialysis session, in addition to a placebo or L-carnitine, for 12 months [34].

Conclusions

There are negative effects of acute toxic doses of Acetaminophen (paracetamol) on liver enzymes (AST and ALT), as they increase, indicating liver toxicity. Moreover, hematological parameters (RBCs, WBCs, PCV, and Hb) decrease, indicating the oxidative effect of paracetamol toxicity. There are positive effects of L-carnitine in treating acute toxic effects of acetaminophen (paracetamol), which ensures antioxidant effects against free radicals. For that, we recommended to avoid taking Acetaminophen (paracetamol) in high doses, on the other hand, using L-carnitine to treat toxic doses and oxidative stress.

Acknowledgement

We are grateful to Al-Zahrawi University College for providing the necessary facilities to carry out the research work. We thank the advisors and staff of Alzahrawi University, College of Medical Laboratory Technology for their insightful comments, support, direction, and critical evaluation of the manuscript.

Conflict of interest

The author state that there is no conflict of interest.

References

1. Thakur, S., Kumar, V., Das, R., Sharma, V., & Mehta, D. K. (2024). Biomarkers of hepatic toxicity: An overview. *Current Therapeutic Research*, 100, 100737. <https://doi.org/10.1016/j.curtheres.2024.100737>
2. Oh, R. C., Hustead, T. R., Ali, S. M., & Pantsari, M. W. (2017). Mildly elevated liver transaminase levels: Causes and evaluation. *American Family Physician*, 96 (11), 709–715.
3. Natasaputra, V., & Nugroho, T. E. (2020). The effect of paracetamol and codeine analgesic combination on creatinine levels in male Wistar rats. *Diponegoro International Medical Journal*, 1 (1), 5–9. <https://doi.org/10.14710/dimj.v1i1.7833>
4. Al-Azawi, T. S., & Alkenany, M. R. (2017). Complementary effect of vitamin C and Zinc on some blood cells and serum proteins related to immunity in intact and ovariectomized rabbits. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5 (5), 1296–1303.
5. Alkenany, M. R., & Khalil, L. W. (2022). Effect of Lentinan administration on some immunological and biochemical parameters in intact rabbits. *International Journal of Health Sciences*, 6 (S3), 6362–6381. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6ns3.7413>
6. Abid, A. R., Areaar, A. H., Hussein, M. A., Gatea, S. M., & Al-Nuaimi, A. J. (2020). Impact of different levels of quercetin on productive performance of broiler chicken (Ross-308). *International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics ICNAAM 2019*, 2293, 020051. <https://doi.org/10.1063/5.0027857>
7. Al-Nuaimi, A. J., Abdulkareem, T. A., Ibrahim, F. F., Humade, Z. A., & Hussein, F. A. (2020). Effect of adding *Olea europaea* and *Rosmarinus officinalis* aqueous extracts and calcium chloride totis extender on post-cryopreservative sperm's cell individual motility and live sperm percentage for low semen quality of Holstein bulls. *Biochemical & Cellular Archives*, 20 (1), 519–524.

8. Augustyniak, A., & Skrzydlewska, E. (2010). The influence of L-carnitine supplementation on the antioxidative abilities of serum and the central nervous system of ethanol-induced rats. *Metabolic Brain Disease*, 25 (4), 381–389. <https://doi.org/10.1007/s11011-010-9217-7>
9. Binienda, Z. K., & Ali, S. F. (2001). Neuroprotective role of L-carnitine in the 3-nitropropionic acid induced neurotoxicity. *Toxicology Letters*, 125 (1–3), 67–73. [https://doi.org/10.1016/s0378-4274\(01\)00415-5](https://doi.org/10.1016/s0378-4274(01)00415-5)
10. Li, J.-L., Wang, Q.-Y., Luan, H.-Y., Kang, Z.-C., & Wang, C.-B. (2012). Effects of L-carnitine against oxidative stress in human hepatocytes: involvement of peroxisome proliferator-activated receptor alpha. *Journal of Biomedical Science*, 19 (1), 32. <https://doi.org/10.1186/1423-0127-19-32>
11. Bodea, F., Bocea, A., & Decea, N. (2010). L-carnitine decreases oxidative stress induced by experimental hypobaric hypoxia. *Pediatric Endocrinology, Diabetes, and Metabolism*, 16 (2), 78–81.
12. Rebouche, C. J. (2004). Kinetics, pharmacokinetics, and regulation of L-carnitine and Acetyl-L-carnitine metabolism. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1033 (1), 30–41. Portico. <https://doi.org/10.1196/annals.1320.003>
13. Gülçin, İ. (2006). Antioxidant and antiradical activities of L-carnitine. *Life Sciences*, 78 (8), 803–811. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2005.05.103>
14. Duarte, Z., Gantier, J. C., & Gayral, P. (1994). Activity of albendazole-ivermectin combination and other filaricidal drugs against infective larvae, preadult, microfilariae and adult worms of *Molinema dessetaein* the rodent *Proechimys oris*. *Parasite*, 1 (1), 57–64. <https://doi.org/10.1051/parasite/1994011057>
15. Fiaz, M., Fiaz, N., Shakir, L., Alamgeer, A., Mehmood, W., Mustafa, G., Rauf, A., & Najam, K. (2017). Hepatoprotective effect of a polyherbal formulation and ascorbic acid in paracetamol induced hepatic damage in rabbits. *Biomedical Research and Therapy*, 4 (4), 1261. <https://doi.org/10.15419/bmrat.v4i4.161>
16. Sayed-Ahmed, M. M., Salman, T. M., Gaballah, H. E., Abou El-Naga, S. A., Nicolai, R., & Calvani, M. (2001). Propionyl-L-Carnitine as protector against adriamycin - induced cardiomyopathy. *Pharmacological Research*, 43 (6), 513–520. <https://doi.org/10.1006/phrs.2000.0786>
17. Mahdi, Z. S., Falih, I. B., & Al-masoudy, H. N. (2022). Immunopathological Assessment of hydatid cyst and *Cysticercus tenuicollis* sonicated protoscolices antigens in mice. *World's Veterinary Journal*, 4, 382–387. <https://doi.org/10.54203/scil.2022.vwj48>
18. SAS. (2012). *Statistical Analysis System, User's Guide. Statistical. Version 9.1th ed.* Cary, North Carolina, USA: SAS Institute Inc
19. Roth, B., Woo, O., & Blanc, P. (1999). Early metabolic acidosis and coma after acetaminophen ingestion. *Annals of Emergency Medicine*, 33 (4), 452–456. [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(99\)70312-4](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(99)70312-4)
20. Derry, S., & Moore, R. A. (2013). Paracetamol (acetaminophen) with or without an antiemetic for acute migraine headaches in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019 (5). <https://doi.org/10.1002/14651858.cd008040.pub3>
21. Mehta, S. (2012). Metabolism of paracetamol (Acetaminophen (paracetamol)), acetanilide and phenacetin. *Pharma X Change Info*. Retrieved from: <https://pharmaxchange.info/2012/08/metabolism-of-paracetamol-acetaminophen-acetanilide-and-phenacetin/>
22. Cigremis, Y., Turel, H., Adiguzel, K., Akgoz, M., Kart, A., Karaman, M., & Ozen, H. (2008). The effects of acute acetaminophen toxicity on hepatic mRNA expression of SOD, CAT, GSH-Px, and levels of peroxynitrite, nitric oxide, reduced glutathione, and malondialdehyde in rabbit. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 323 (1–2), 31–38. <https://doi.org/10.1007/s11010-008-9961-8>
23. Akhtar, M. S., Qayyum, M. I., Irshad, N., Yaseen, M., Hussain, A., Altaf, H., & Suleman, N. (2015). Hepatoprotective properties of methanolic extract of *Canscoradecussata* (Schult) against paracetamol induced liver toxicity in rabbits. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 10 (2), 701–706.
24. Sahebkar, A. (2015). Effect of L-carnitine supplementation on circulating C-Reactive protein levels: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Biochemistry*, 34 (2), 151–159. <https://doi.org/10.2478/jomb-2014-0030>
25. Felker, D., Lynn, A., Wang, S., & Johnson, D. E. (2014). Evidence for a potential protective effect of carnitine-pantothenic acid co-treatment on valproic acid-induced hepatotoxicity. *Expert Review of Clinical Pharmacology*, 7 (2), 211–218. <https://doi.org/10.1586/17512433.2014.871202>
26. Moghaddas, A., & Dashti-Khavidaki, S. (2017). L-carnitine and potential protective effects against ischemia-reperfusion injury in noncardiac organs: From experimental data to potential clinical applications. *Journal of Dietary Supplements*, 15 (5), 740–756. <https://doi.org/10.1080/19390211.2017.1359221>
27. Atila, K., Çoker, A., Sagol, O., Çoker, I., Topalak, O., Astarcioglu, H., Karademir, S., & Astarcioglu, I. (2002). Protective effects of carnitine in an experimental ischemia-reperfusion injury. *Clinical Nutrition*, 21 (4), 309–313. <https://doi.org/10.1054/clnu.2002.0544>
28. Srinivasan, C., Williams, W. M., Ray, M. B., & Chen, T. S. (2001). Prevention of acetaminophen-induced liver toxicity by 2(R,S)-n-propylthiazolidine-4(R)-carboxylic acid in mice. *Biochemical Pharmacology*, 61 (2), 245–252. [https://doi.org/10.1016/s0006-2952\(00\)00558-x](https://doi.org/10.1016/s0006-2952(00)00558-x)
29. Desnoyers, M. (2000). Anemias associated with Heinz bodies (pp. 178–184). In: Feldman, B. F. and Zinkl, J. G. (eds.). *Schalm's Veterinary Hematology*, 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
30. Oyedepi, K. O. (2013). Effect of *Corchorus olitorius* extract on haematological and plasma biochemical parameters in male albino rats. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 3 (5), 68–71. <https://doi.org/10.9790/0853-0356871>
31. Labonia, W. D., Morelli, O. H., Gimenez, M. I., Freuler, P. V., & Morelli, O. H. (1987). Effects of L-carnitine on sodium transport in erythrocytes from dialyzed uremic patients. *Kidney International*, 32 (5), 754–759. <https://doi.org/10.1038/ki.1987.271>
32. Matsumura, M., Hatakeyama, S., Koni, I., Mabuchi, H., & Muramoto, H. (1996). Correlation between serum carnitine levels and erythrocyte osmotic fragility in hemodialysis patients. *Nephron*, 72 (4), 574–578. <https://doi.org/10.1159/000188942>
33. Nikolaos, S., George, A., Telemachos, T., Maria, S., Yannis, M., & Konstantinos, M. (2000). Effect of L-carnitine supplementation on red blood cells deformability in hemodialysis patients. *Renal Failure*, 22 (1), 73–80. <https://doi.org/10.1081/jdi-100100853>
34. Trovato, G. M., Ginardi, V., Di Marco, V., Dell'Aira, A. E., & Corsi, M. (1982). Long-term L-carnitine treatment of chronic anaemia of patients with end-stage renal failure. *Current Therapeutic Research*, 31 (6), 1042–1049.

ORCID

H. N. Al-Masoudy 

<https://orcid.org/0009-0005-3374-2937>



2025 by the author(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.

Biochemical indicators of cows' blood serum at lesions in the hoof area

A. Klymas

Article info

Correspondence Author

A. Klymas

E-mail:

anastasiia.iliasova@pdaa.edu.ua

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

Citation: Klymas, A. (2025). Biochemical indicators of cows' blood serum at lesions in the hoof area. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 300–304. doi: 10.31210/spi2025.28.03.45

Health and productivity of cows is considerably determined by the condition of the extremities' distal section. It is known that to ensure animals' high productivity, it is necessary for them to move freely in space, which directly depends on the physiological condition of hooves. In cases when the upset of hooves' anatomical parameters occurred, inflammatory processes including purulent ones take place in cows' organism. Any inflammatory process in the animal body irrespective of the place of its localization causes changes in homeostasis. With the help of screening studies of diseased animals' blood, it is possible to clarify the severity of the pathological process and make scientifically grounded choice of the treatment optimal regimen. Therefore, the purpose of the conducted research was to characterize the changes in cows' blood serum biochemical parameters at purulent lesions in the hoof area. The clinical examinations of cows were conducted on "Agro-ecology" private farm, laboratory tests of blood serum were made in the Regional State Laboratory of the State Food Products' Consumer Service of Poltava region. It was found by the studies that in the blood serum of cows diagnosed with purulent lesions in the hoof area, the content of carotene in the group made 0.042 mg/100 cm³ on the average, which turned out to be by 43.2 % lower ($p < 0.01$) compared to the similar indicator in the clinically healthy animals. At the same time, at the background of carotene content decrease in the blood serum of the diseased cows, the probable increase in total protein was fixed. In particular, the total protein content in the blood serum made 7.8 g/100 cm³ on the average, which was by 12.8 % ($p < 0.05$) higher than in the cows of the control group. Besides, the decrease in the content of the total calcium, the concentration of inorganic phosphorus, and acid content was detected in the blood serum of the diseased cows. For example, at purulent lesion in the hoof area, it was found that in the blood serum of cows the content of total calcium in the group made 9.1 mg/100 cm³, the concentration of inorganic phosphorus – 4.8 mg/100 cm³, acid content in the blood serum – 236.4 mg/100 cm³ on the average, which was lower than the similar indicators in the cows of the control group by 5.2 ($p < 0.05$), 7.7 ($p < 0.01$) and 10.7 % ($p < 0.05$), respectively.

Keywords: cattle, blood serum, biochemical parameters, orthopedic pathology.

Біохімічні показники сироватки крові корів за наявності гнійних уражень в ділянці пальця

A. Р. Клима

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Здоров'я та продуктивність корів значною мірою визначається станом дистального відділу кінцівок. Відомо, що для забезпечення високої продуктивності тваринам потрібно вільно рухатися у просторі, що безпосередньо залежить від фізіологічного стану копитця. У тих випадках, коли відбулося порушення анатомічних параметрів копитця, в організмі корів виникають запальні процеси, у тому числі й гнійні. Будь який запальний процес в організмі тварин – незалежно від місця його локалізації призводить до змін в гомеостазі. За допомогою проведення скринінгових досліджень крові хворих тварин можна з'ясувати тяжкість патологічного процесу та здійснити науково-обґрунтований підбір оптимальної схеми лікування. Тому метою проведеного дослідження було охарактеризувати зміни в біохімічних показниках сироватки крові корів за гнійних уражень в ділянці пальців. Клінічні дослідження корів здійснювали в умовах господарства ПП «Агроєкологія», лабораторні дослідження сироватки крові проводили в умовах регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби в Полтавській області. Дослідженнями встановлено, що у сироватці крові корів, у яких було діагностовано гнійні ураження в ділянці пальців вміст каротину в середньому по групі склав 0,042 мг/100 см³, що виявилось на 43,2 % нижчим ($p < 0,01$), порівняно з аналогічним показником у клінічно здорових тварин. Одночасно, на фоні зниження в сироватці крові хворих корів вмісту каротину було зафіксовано вірогідне підвищення вмісту загального білка. Зокрема, у сироватці крові вміст загального білка в середньому по групі склав 7,8 г/100 см³, що було на 12,8 % ($p < 0,05$) вище ніж у корів контрольної групи. Окрім того, у сироватці крові хворих корів виявлено зниження вмісту загального кальцію, концентрації неорганічного фосфору та кислотної місткості. Так у сироватці крові корів за наявності гнійного ураження у ділянці пальців встановлено, що вміст загального кальцію в середньому по групі склав 9,1 мг/100 см³, концентрація неорганічного фосфору – 4,8 мг/100 см³, кислотна місткість сироватки крові – 236,4 мг/100 см³, що було нижчим від аналогічних показників у корів контрольної групи відповідно на 5,2 ($p < 0,05$), 7,7 ($p < 0,01$) та 10,7 % ($p < 0,05$).

Ключові слова: велика рогата худоба, сироватка крові, біохімічні показники, ортопедична патологія.

Бібліографічний опис для цитування: Клима А. Р. Біохімічні показники сироватки крові корів за наявності гнійних уражень в ділянці пальця. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 300–304.

Вступ

Головними причинами появи захворювань копитець є травми пов'язані з поведінковими особливостями тварин, неправильне проектування і будівництво приміщень, умови утримання і незадовільна годівля. Сприяючими факторами появи вказаної патології у тварин також можуть бути зниженням стійкості організму до дії ендогенних та екзогенних факторів, і, головне, порушення ветеринарно санітарних вимог і правил утримання тварин. В сукупності, вищенаведене призводить до появи травм та їх послідувочої контамінації наявною в довкіллі мікрофлорою, у тому числі й патогенною, яка за відсутності вчасних ветеринарних обробок здатна проникти в глибокі копитця і пальців [1].

Захворювання копитець у молочних корів негативно впливає як на добробут тварин, так і на прибутки ферм. Однією з можливих причин захворювань копитець є високе механічне навантаження, з яким стикається велика рогата худоба під час руху та спирання на тверду бетонну підлогу. На сьогодні достеменно невідомо, як високе механічне навантаження призводить до захворювань копитець та кульгавості. Існує гіпотеза, що механічне навантаження призводить до стиснення м'яких тканин у копитцях, що може прямо чи опосередковано призвести до пошкодження тканин. При цьому розташування ділянок найвищого стиснення збігається з місцями, де найчастіше виявляються виразки підшви. Ці дані дають уявлення про етіологію захворювання копитець у великої рогатої худоби та можуть сприяти пошуку рішень для їх зменшення [2].

Кульгавість – це симптом більшого захворювання кінцівок, яке впливає на добробут та продуктивність молочних корів. Кульгавість в основному спричинена ураженнями копитець. Поширеність різних типів уражень може відрізнятися залежно від умов навколишнього середовища та практики управління фермою [3]. За даними Havlíček et al. (2025), кульгавість наразі є однією із найважливіших та економічно складних захворювань великої рогатої худоби. Вона проявляється у зміні рухової активності, що пов'язано з ураженнями, особливо тазових кінцівок. Захворювання копитець є болісним, що впливає на добробут молочних корів. Важливими факторами, що впливають на здоров'я кінцівок, є харчування, гігієна тварин, технологія утримання стаї, а також генетична та племінна схильність. Харчування є одним із основних профілактичних факторів, що впливають на якість та ріст копитцевого рогу, а також на пов'язану з цим поширеність захворювань копитець [4].

Наразі кульгавість викликає занепокоєння фахівців молочної промисловості в усьому світі. Зокрема, у дослідженнях проведених Moreira et al. (2018; 2019) в умовах 48 молочних ферм, розташованих у штаті Мінас-Жерайс (Бразилія) встановлено велику частку тварин з ознаками кульгавості. Дослідниками було проведено оцінку рухової активності наявних в господарствах лактуючих корів. За наслідками проведеного моніторингу, з-поміж

2267 досліджених корів, 16 % тварин групою дослідників були визнані як кульгаві, одночасно, 7 % тварин дослідники визнали як таких, що мають сильну кульгавість. Майже всі корови з ознаками кульгавості мали принаймні один тип ураження копит, з яких найпоширенішими були ерозія п'яткового рогу (90 %), тріщина білої лінії (50 %) та пальцевий дерматит (33 %). У сукупності дослідження показали, що пальцевий дерматит та тріщина білої лінії є основною проблемою та найбільшою причиною кульгавості у великої рогатої худоби [5, 6].

Розуміння етіології та патогенезу хвороб копитець є важливим моментом для розробки програм профілактики та лікування. Крововиливи в підшовний ріг є важливою частиною патогенезу захворювань копитець, будучи попередниками та предикторами таких уражень, як хвороба білої лінії та виразка підшви. Розуміння розвитку асептичних подерматитів може надати корисну інформацію про етіологію та патогенез хвороб копитець. Розвиток крововиливів у копитцях найкраще вивчати у великої рогатої худоби без попереднього пошкодження копитець, оскільки попередня історія пошкоджень може помітно змінити реакцію копитець на стресові фактори [7–9].

Ураження копитець у молочних корів зазвичай лікують шляхом їх обрізання. Однак, саме обрізання (розчистка) може спричинити появу болю або посилити вже існуючий тим самим викликати кульгавість. Саме тому, вказану процедуру повинен здійснювати фахівець, який має відповідні знання та досвід [10–13].

Як зазначають дослідники, у корів одними з часто діагностованих патологій кінцівок є гнійні процеси в ділянці пальців. Відповідно до даних Koreyba (2022), гнійні процеси в ділянці пальців викликають не лише локальні зміни у місці ураження, але й суттєві зміни у багатьох системах організму, що за даними дослідника проявлялося розвитком гіпротейнемії та зниженням вмісту в крові імуноглобулінів [14].

Одним з показників загального стану корів за гнійно-некротичних процесів є показники вмісту в сироватці крові загального білку, каротину, загального кальцію, неорганічного фосфору, кислотної місткості. Саме це і обумовлює актуальність проведення нами досліджень [15].

Мета дослідження

Метою досліджень було охарактеризувати зміни біохімічних показників у сироватці крові корів за гнійних уражень в ділянці пальця.

Матеріали і методи

Клінічні дослідження корів здійснювали в умовах господарства ПП «Агроєкологія» (Полтавська область). Для здійснення запланованих досліджень, на першому етапі роботи в мовах ферми проведено скринінгові діагностичні дослідження молочних корів з метою виявлення тварин із гнійними ураженнями ділянки пальця та тварин – клінічно здорових.

На другому етапі роботи, для відбору крові та проведення її подальшого дослідження сформовано дві групи корів – дослідну (тварини із гнійними ураженнями ділянки пальця) та контрольну (клінічно здорові тварини) по 5 голів у кожній.

У дослідних та контрольних груп тварин здійснено відбір зразків крові. Кров у корів відбирали з яремної вени зранку – до проведення ранішньої годівлі. Після відбору зразки крові для проведення подальших досліджень були доставлені до Регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби в Полтавській області (м. Полтава).

В умовах лабораторії у сироватці крові були визначені наступні показники: вміст каротину; вміст загального білку; вмісту загального кальцію; концентрації неорганічного фосфору; кислотну місткість.

Статистичний аналіз отриманих цифрових даних опрацьовано у програмі Microsoft Excel з визначенням значень середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності (p) з використанням таблиці t-критеріїв Стюдента.

Експериментальна частина досліджень проводилася з урахуванням «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», схвалених на Національному конгресі з біоетики (Київ, 2001) [17] із дотриманням міжнародних вимог Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986) [18].

Результати та їх обговорення

Аналізуючи отримані результати досліджень сироватки крові встановлено, що у корів, за наявності патологічного процесу у вигляді гнійного ураження в ділянці пальця, показники кровоносного русла значною мірою відрізняються від аналогічних у клінічно здорових тварин.

Так, аналізуючи показник каротину у сироватці крові дослідної групи корів, у яких було діагностовано гнійні ураження в ділянці пальців визначено, що його вміст у сироватці крові в середньому по групі склав $0,042 \pm 0,002$ мг/100 см³ (рис. 1). Поряд з тим, у контрольній групі тварин вміст каротину у сироватці крові в середньому склав $0,074 \pm 0,003$ мг/100 см³.

Таким чином, з результатів отриманих даних видно, що у сироватці крові корів, у яких було діагностовано гнійні ураження в ділянці пальців, вміст каротину виявився на 43,2 % нижчим ($p < 0,01$), порівняно з аналогічним показником у клінічно здорових тварин.

Слід зауважити, що у сироватці крові корів за наявності гнійних уражень в ділянці пальців спостерігалось підвищення вмісту загального білку (рис. 2).

Зокрема, в середньому по групі хворих корів цей показник склав $7,8 \pm 0,52$ г/100 см³. Натомість, у контрольній групі тварин вміст загального білку у сироватці крові в середньому склав $7,8 \pm 0,52$ г/100 см³. Таким чином, внаслідок наявності патологічного процесу у вигляді гнійних уражень в ділянці пальців, у корів зафіксовано вірогідне

підвищення вмісту загального білку у сироватці крові на 12,8 % ($p < 0,05$) порівняно з показником у групі клінічно здорових тварин.

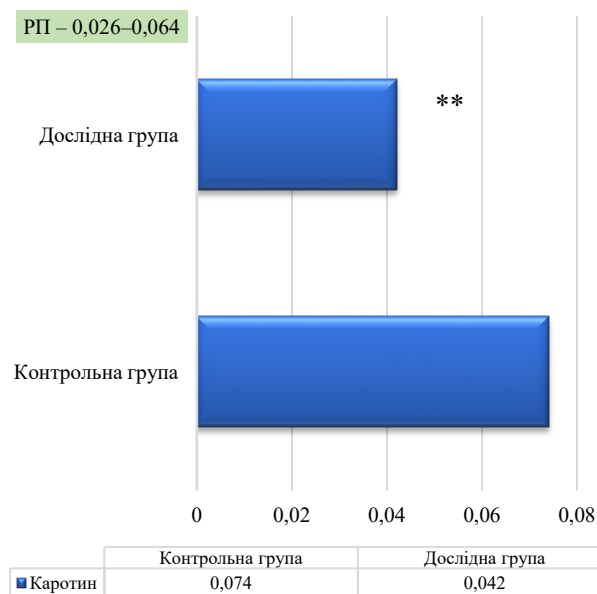


Рис. 1. Показники вмісту каротину (мг/100 см³) в сироватці крові корів за наявності гнійні ураження в ділянці пальців, n=5, (M±m)

Примітки: ** – $p < 0,01$ – відносно показника у контрольній групі тварин; РП – реферативні показники норми каротину в сироватці крові корів.

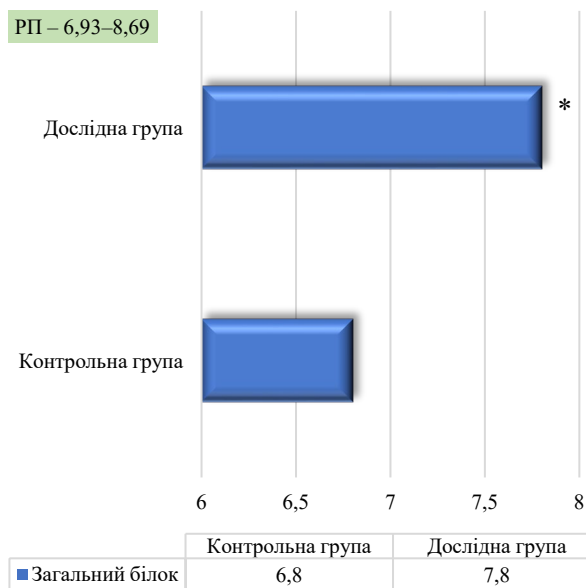


Рис. 2. Показники вмісту загального білка (г/100 см³) в сироватці крові корів за наявності гнійні ураження в ділянці пальців, n=5, (M±m)

Примітки: * – $p < 0,05$ – відносно показника у контрольній групі тварин; РП – реферативні показники норми загального білка в сироватці крові корів.

Також, в сироватці крові дослідної групи корів виявлені негативні зрушення з боку вмісту загального кальцію та неорганічного фосфору (рис. 3).

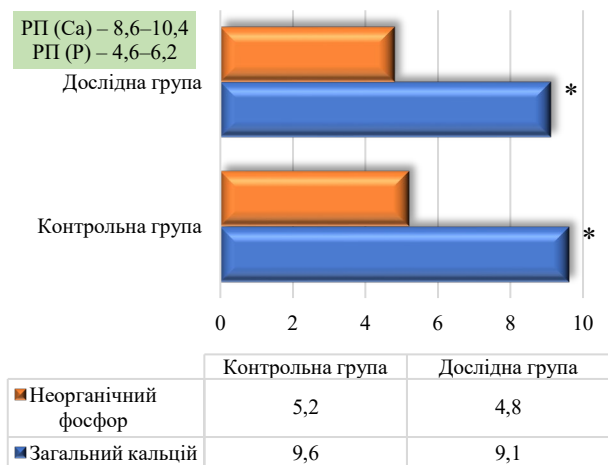


Рис. 3. Показники вмісту загального кальцію (мг/100 см³) та неорганічного фосфору (мг/100 см³) в сироватці крові корів за наявності гнійні ураження в ділянці пальців, n=5, (M±m)

Примітки: * – p<0,05 – відносно аналогічного показника у контрольній групі тварин; РП – реферативні показники норми загального кальцію (Ca) та неорганічного фосфору (P) в сироватці крові корів.

У контрольній групі тварин вміст загального кальцію та неорганічного фосфору у сироватці крові в середньому склав 9,6±0,74 мг/100 см³ та 5,2±0,1 мг/100 см³. Поряд з цим, у крові дослідної групи вміст загального кальцію та неорганічного фосфору в сироватці крові у середньому склав 9,1±0,34 мг/100 см³ та 4,8±0,12 мг/100 см³ відповідно. Таким чином, у сироватці крові корів за наявності гнійного ураження у ділянці пальців вміст загального кальцію та неорганічного фосфору виявився вірогідно нижчим на 5,2 та 7,7 % (p<0,05) порівняно з аналогічними показниками у тварин контрольної групи.

Аналізуючи показник кислотної місткості сироватки крові дослідної групи корів, у яких було діагностовано гнійні ураження в ділянці пальців визначено, що в середньому по групі вона склала 236,4±9,2 мг/100 см³. Поряд з тим, у контрольній групі тварин вона була вищою й становила 264,6±5,4 мг/100 см³ (рис. 4).

Таким чином, внаслідок наявності у корів патологічного процесу у вигляді гнійних уражень в ділянці пальців, зафіксовано вірогідне зниження кислотної місткості сироватки крові на 10,7 % (p<0,01) порівняно з показником у групі клінічно здорових тварин.

За даними Slivinska et al. (2017), у сироватці крові корів за виявлення аліментарної остеодистрофії відзначалося зниження каротину до 3,5±0,37 мкмоль/л, що було на 22,8 % менше порівняно з контрольною групою корів. Автори у своїй праці зазначають, що клінічно у зимовостійловий період аліментарна остеодистрофія у корів проявлялася зниженням продуктивності, спотвореним апетитом, напруженою ходою, кульгавістю, потовщенням та болочістю суглобів [19]. За результатами наших досліджень, у корів за патологічного процесу в ділянці кінцівок також зафіксоване суттєве, вірогідне (p<0,01) зниження каротину на 43,2 %.

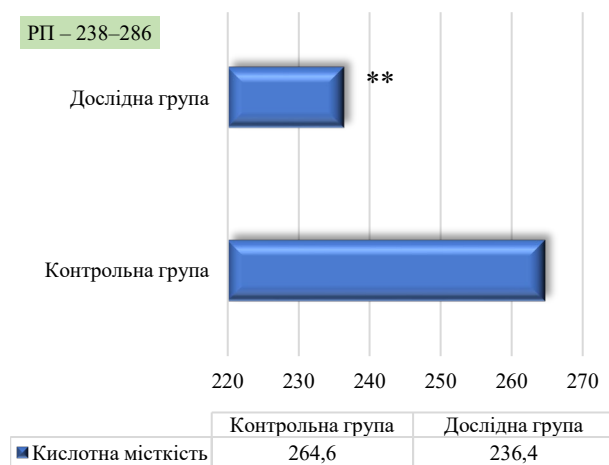


Рис. 4. Показники кислотної місткості (мг/100 см³) сироватки крові корів за наявності гнійні ураження в ділянці пальців, n=5, (M±m)

Примітки: ** – p<0,01 – відносно показника у контрольній групі тварин; РП – реферативні показники норми кислотної місткості в сироватці крові корів.

Знижений вміст в сироватці крові хворих тварин каротину одночасно поєднувався з тенденцією до збільшення загального білку на 12,8 % (p<0,05), що на нашу думку обумовлена розвитком локального гнійного процесу в ділянці пальця. Так, за даними літератури за наявності гнійних процесів у корів, зокрема при ураженні пальця, рівень загального білка в сироватці крові зазвичай зростає. Таким чином організм мобілізує білки, зокрема фібриноген, для боротьби з інфекцією, загоєння тканин та стимуляції імунної відповіді [20].

Слід зауважити, що у хворих тварин в сироватці крові за наслідками проведених досліджень виявлено негативні зрушення з боку показників загального кальцію та неорганічного фосфору. Зокрема, у хворих тварин їх вміст був на 5,2 та 7,7 % (p<0,05) нижчим відносно показників у здорових тварин. Як відомо, зниження концентрації загального кальцію в сироватці крові призводить до погіршення дисоціації м'язових білків актину й міозину, що здійснюють скорочення. Дефіцит кальцію спричиняє порушення процесу нервово-м'язового збудження, послаблення тону скелетної та гладкої мускулатури. Дефіцит кальцію негативно впливає на функціонування імунної системи, що сприяє виникненню захворювань [21].

Щодо неорганічного фосфору, то поява гіпофосфатемії більш за все пов'язана саме з низьким вмістом фосфору в кормах який споживає тварина, а також у тих випадках, коли раціон є незбалансованим за Ca : P співвідношенням. Зазвичай, вищенаведене є причиною появи остеодистрофії у корів [22].

Висновки

Визначено, що у корів за наявності гнійних уражень в ділянці пальця відбуваються негативні зрушення окремих показників сироватки крові (каротину, загального білку, загального кальцію,

концентрації неорганічного фосфору та кислотної ємності). Встановлено, що у порівнянні з клінічно здоровими тваринами, у хворих корів у сироватці крові виявилися значно нижчими показники каротину (на 43,2 %, $p < 0,01$), загального кальцію (на 5,2 %, $p < 0,05$), неорганічного фосфору (на 5,2 %, $p < 0,05$) та кислотної місткості (на 12,8 %, $p < 0,05$). Поряд з перерахованими змінами, що відбулися у сироватці крові хворих тварин, показник загального білку мав тенденцію до підвищення. Зокрема, його вміст був вищим на 12,8 % ($p < 0,05$) порівняно з аналогічним у групі клінічно здорових тварин.

Конфлікт інтересів

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

References

- Holzhauser, M., Hardenberg, C., Bartels, C. J. M., & Frankena, K. (2006). Herd- and cow-level prevalence of digital dermatitis in the Netherlands and associated risk factors. *Journal of Dairy Science*, 89 (2), 580–588. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72121-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72121-x)
- Sadiq, M. B., Ramanoon, S. Z., Shaik Mossadeq, W. M., Mansor, R., & Syed-Hussain, S. S. (2020). Cow- and herd-level factors associated with lameness in dairy farms in Peninsular Malaysia. *Preventive Veterinary Medicine*, 184, 105163. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105163>
- Somers, J. R., Huxley, J. N., Doherty, M. L., & O'Grady, L. E. (2019). Routine herd health data as cow-based risk factors associated with lameness in Pasture-Based, spring calving Irish dairy cows. *Animals*, 9 (5), 204. <https://doi.org/10.3390/ani9050204>
- Havlicek, Z., Novotna, I., Langova, L., Dostal, P., Votava, J., Dolezal, P., & Zabransky, L. (2025). Evaluation of hoof horn quality by tensile test and hardness test using acoustic emission. *Journal of Central European Agriculture*, 26 (1), 13–21. <https://doi.org/10.5513/jcea01/26.1.4389>
- Moreira, T. F., Nicolino, R. R., de Andrade, L. S., Filho, E. J. F., & de Carvalho, A. U. (2018). Prevalence of lameness and hoof lesions in all year-round grazing cattle in Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 50 (8), 1829–1834. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1626-3>
- Moreira, T. F., Nicolino, R. R., Meneses, R. M., Fonseca, G. V., Rodrigues, L. M., Facury Filho, E. J., & Carvalho, A. U. (2019). Risk factors associated with lameness and hoof lesions in pasture-based dairy cattle systems in southeast Brazil. *Journal of Dairy Science*, 102 (11), 10369–10378. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16215>
- Abele, G. E., Zablotski, Y., Feist, M., Jensen, K. C., Stock, A., Campe, A., Merle, R., & Oehm, A. W. (2022). Prevalence of and factors associated with swellings of the ribs in tie stall housed dairy cows in Germany. *PLOS ONE*, 17 (7), e0269726. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269726>
- Jury, A., Syring, C., Becker, J., Locher, I., Strauss, G., Ruiters, M., & Steiner, A. (2021). Prevalence of claw disorders in swiss cattle farms. *Schweiz Arch Tierheilkd*, 164 (11), 779–790. <https://doi.org/10.17236/sat00327>
- Coetzee, J. F., Shearer, J. K., Stock, M. L., Kleinhenz, M. D., & van Amstel, S. R. (2017). An Update on the assessment and management of pain associated with lameness in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 33 (2), 389–411. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.02.009>
- Thompson, A. J., Weary, D. M., Bran, J. A., Daros, R. R., Hötzel, M. J., & von Keyserlingk, M. A. G. (2019). Lameness and lying behavior in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102 (7), 6373–6382. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15717>
- Khomyn, N. M., Mysak, A. R., Tsisinska, S. V., & Pritsak, V. V. (2018). Features of purulent pododermatitis course in cattle. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (83), 286–289. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8357>
- Khomyn, N. M., Mysak, A. R., Tsisinska, S. V., Pritsak, V. V., Lenyo, Yu. M., & Khomyn, M. M. (2018). Quality of cows hoof horn by purulent pododermatitis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (92), 151–155. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9231>
- Marin, E. M., Ermolaev, V. A., Lyashenko, P. M., Sapozhnikov, A. V., Hokhlova, S. N., Hokhlov, A. L., Zolotukhin, S. N., Marin, D. M., & Ermolaeva, V. I. (2017). Monitoring of orthopedic diseases at cows. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 8 (3), 61–67.
- Koreyba, L. V. (2022). Dynamics of biochemical parameters of blood of cows during the dry period for stall keeping. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24 (108), 11–15. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10802>
- Kucheriavenko, V. V., Kulibaba, S. V. (2021). Doslidzhennia biokhimichnykh pokaznykiv syrovatky krovi. SmartBioLab. Retrieved from: <https://smartbiolab.com.ua/blog/dosl%D1%96dzhennya-b%D1%96ox%D1%96m%D1%96chnix-pokaznyk%D1%96v-sirovatki-krov%D1%96> [in Ukrainian]
- Stotskyi, A. O., Stotskyi, O. H., & Fotina, T. I. (2020). Osoblyvosti perebihu hniyno- nekrotychnykh protsesiv paltia u koriv v zalezhnosti vid umov utrymattia. *World Science*, 2 (3 (55)), 31–35. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/31032020/6978 [in Ukrainian]
- No. 29468. European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. *Concluded at Strasbourg on 18 March 1986*. (2000). Treaty Series 1862, 610–610. <https://doi.org/10.18356/ec490af8-en-fr>
- Ryznykov, O. H. (2003). Zahalni etychni pryntsyпы eksperymentiv na tvarynakh. *Endokrynolohiya*, 8 (1), 142–145. [in Ukrainian]
- Slivinska, L., Demydjuk, S., Shcherbatyya, A., Fedorovich, V., & Tyndyk, I. (2017). Etiology and clinical biochemical parameters of blood for nutritional osteodystrophy cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(73), 79–83. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7317>
- Vus, U. M., & Kozenko, O. V. (2019). Dynamics of changes in protein metabolism rates in cows depending on the season of the year and the location of the farm. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 21 (93), 164–168. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9329>
- Huralska, S. V., & Olishevskiy, V. M. (2025). Ketosis of cattle: causes, consequences and prevention measures. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 27 (117), 27–33. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11704>
- Leduc, L., Arango-Sabogal, J. C., Francoz, D., Nichols, S., Desrochers, A., Schelcher, F., & Fecteau, G. (2023). Presence or severity of hypophosphatemia is not associated with survival outcome in postpartum downer dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 261 (6), 852–857. <https://doi.org/10.2460/javma.22.08.0345>

ORCID

A. Klymas 

<https://orcid.org/0000-0002-6633-1553>



2025 by the author(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.

Protective efficacy of ethanolic *Moringa oleifera* leaf extract against aluminum chloride-induced toxicity in male rats

H. T. Mahdi✉

Article info

Correspondence Author

H. T. Mahdi

E-mail:

hayder.t@uokerbala.edu.iqCollege of Veterinary
Medicine, University of
Kerbala,
Karbala, 56001, Iraq

Citation: Mahdi, H. T. (2025). Protective efficacy of ethanolic *Moringa oleifera* leaf extract against aluminum chloride-induced toxicity in male rats. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 305–310. doi: 10.31210/spi2025.28.03.48

Aluminum (Al) is the third most abundant element in the Earth crust and constitutes about 8 % of the total mineral components. Aluminum chloride ($AlCl_3$) is widely spread in the environment and has no known biological function. Chronic exposure to aluminum chloride ($AlCl_3$) induces systemic toxicity, primarily through oxidative stress, neuroinflammation, hepatotoxicity, and dyslipidemia. Conversely, ethanolic leaf extract of *Moringa oleifera* (MOE), which is also characterized by a high concentration of polyphenols and flavonoid, has proven to possess effective antioxidant properties and is a promising systemic protector. The current study is aimed at determining the protective effect of the therapeutic dose of ethanolic Moringa extract against the toxicity caused by aluminum chloride ($AlCl_3$) in albino male rats (*Rattus rattus*). Forty albino males were divided into four groups and put through a successive 28 days exposure regimen. Orally gavage fed with aluminum chloride at the level of 100 mg/kg/body weight induced toxicity. Ethanolic Moringa extract at therapeutic dose of 300 mg/kg/body weight was applied on the protection group 1 hour following the administration of aluminum chloride. The main indicators were serum hepatic enzymes (ALT, AST, ALP), lipid status (TC, TG, LDL, HDL), oxidative-stress-responses (SOD, NO, MDA) and renal functioning (urea, creatinine). Aluminum chloride was given and prior to this there was notable hepatic enzyme activity (ALT, AST, and ALP) and dyslipidemia, manifested by increased TC, TG, and LDL, and by an equivalent decrease in HDL. Moringa extract (300 mg/kg) was found to greatly reduce these systemic toxic manifestations. In cerebral tissue, the extract provided neuroprotection through increasing antioxidant capacity – as indicated by higher levels of SOD activity and by eliminating nitrate stress. The ethanolic extract of *Moringa oleifera* leaves gives extensive and powerful protection against both systemic and neurotoxic effects caused by 100 mg/kg of aluminum chloride when administered at a 300 mg/kg dose. This protective effect can be primarily explained by its high antioxidant activity and by its capability to regulate the action of inflammatory and lipid-regulating activities, which highlights its possible use as a prophylaxis in nutrition.

Keywords: *Moringa oleifera*, aluminum chloride, hepatotoxicity, nephrotoxicity, antioxidant enzymes, oxidative stress, lipid profile.

Протективні властивості спиртового екстракту листя *Moringa olifera* за умови експериментального токсикозу щурів хлоридом алюмінію

X. Т. Махді

Коледж ветеринарної
медицини, Університет
Кербела,
провінція Кербела, Ірак

Алюміній (Al) є третім за поширеністю елементом у земній корі та становить близько 8 % від загальної кількості мінеральних компонентів. Хлорид алюмінію ($AlCl_3$) є достатньо поширеним у навколишньому середовищі. Одночасно цей елемент не виконує в живому організмі ніяких біологічно-важливих функцій. Тривалий вплив хлориду алюмінію викликає системну токсичність, в першу чергу, через появу: оксидативного стресу, хронічних запальних процесів у нервовій системі, гепатотоксичності та порушення обміну ліпідів. Поряд з цим, спиртовий екстракт листя *Moringa oleifera*, який у своєму складі характеризується високою концентрацією поліфенолів і флавоноїдів, має ефективні антиоксидантні властивості і є перспективним системним протектором. Поточне дослідження спрямоване на визначення протективного ефекту терапевтичної дози спиртового екстракту листя *M. oleifera* за умови експериментального токсикозу щурів, викликаного хлоридом алюмінію. Дослідження проводилися на білих лабораторних щурах, з яких за принципом аналогів було сформовано 4 групи (1 контрольна та 3 дослідних). Моніторинг протективних властивостей спиртового екстракту листя *M. oleifera* здійснювали за показниками активності печінкових ферментів, ліпідного профілю, за оцінкою показників оксидативного стресу та функціонуванням нирок. Визначено, що введення хлориду алюмінію щурам третьої дослідної групи призводило до вірогідного ($P<0,05$) підвищення активності печінкових ферментів (АсАТ, АлАТ та ЛФ), концентрації загального холестерину, тригліцеридів, ліпопротеїдів низької щільності на фоні зниження ($P<0,05$) ліпопротеїдів високої щільності. Застосування щурам третьої дослідної групи $AlCl_3$ у поєднанні з екстрактом листя *M. oleifera* знижувало його токсичний вплив. Зафіксовано вірогідне зниження ($P<0,05$) активності АсАТ, АлАТ, ЛФ, вмісту загального холестерину, тригліцеридів, ліпопротеїдів низької щільності на фоні підвищення ($P<0,05$) вмісту ліпопротеїдів високої щільності. Застосування *M. oleifera* проявляло нейропротективні властивості, про що свідчили вищі ($P<0,05$) рівні активності СОД на фоні значного зниження ($P<0,05$) оксиду азоту (NO) порівняно з аналогічними показниками у тварин третьої дослідної групи. Спиртовий екстракт листя *M. oleifera* забезпечує потужний та широкий захист від системних та нейротоксичних ефектів, викликаних дією на організм $AlCl_3$, що вказує на можливість його використання як профілактичної харчової добавки.

Ключові слова: *Moringa oleifera*, хлорид алюмінію, гепатотоксичність, нефротоксичність, антиоксидантні ферменти, оксидативний стрес, ліпідний профіль.

Бібліографічний опис для цитування: Махді Х. Т. Протективні властивості спиртового екстракту листя *Moringa olifera* за умови експериментального токсикозу щурів хлоридом алюмінію. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 305–310.

Introduction

The third most abundant element in the Earth crust is aluminum (Al^{3+}), which is widely used in packaging food, purification of water, pharmaceutical formulas, and kitchenwares [1]. Even though it is widespread, aluminum has no physiological role in biological systems and is classified as a non-essential element [2]. The long-term effects of aluminum are associated with a continuum of health effects, primarily due to neurotoxicity in the form of cognitive impairment and neurodegenerative diseases, including Alzheimer's disease [3].

The neurotoxic effects of aluminum are mediated through multiple mechanisms, including the generation of reactive oxygen species (ROS), induction of neuro-inflammation, promotion of amyloid-beta aggregation, and hyperphosphorylation of tau proteins [4]. After cellular absorption, aluminum is able to cross the blood brain barrier, accumulate in neural tissue and cause neuronal damage and apoptosis [5]. Besides the central nervous system, systemic toxicity as evidenced by hepatic dysfunction (significant increase in blood serum of ALT, AST, and ALP), Renal dysfunction is manifested by increased serum urea and creatinine levels and dyslipidemia (increased total cholesterol (TC), triglycerides (TG), low-density lipoprotein (LDL), and a decrease in high-density lipoprotein (HDL)) as a result of aluminum exposure [6].

Moringa oleifera, also known as the drumstick or horseradish tree is native to India though it grows in various areas of tropical and subtropical regions [7]. All the components of the plant such as leaves, seeds and pods have been used in traditional medicine because of the nutritional and medicinal properties [8]. Leaves, especially, are a good source of vitamins A, C and E, a vast array of phytochemicals including polyphenols (such as quercetin, kaempferol), flavonoids (e.g., rutin), and glucosinolates, thus giving them strong antioxidative and anti-inflammatory effects [9].

Mechanisms of aluminum-induced toxicity. Exposure to aluminum is observed during the intake of contaminated food, water, antacids and leaching through cooking ware [10]. Aluminum that is ingested is transported to critical body organs like the brain, liver, and bones where it causes toxicity along various mechanistic pathways [11]. The primary action is the production of reactive oxygen species (ROS), which inactivate natural antioxidants, such as superoxide dismutase, and glutathione, and increase lipid peroxidation, oxidation of proteins, and damage DNA [12]. The final result of this oxidative condition is the stimulation of microglia and astrocytes and the release of pro-inflammatory cytokines, including tumor necrosis factor-alpha (TNF-alpha) and interleukin-6 (IL-6) [13]. Also, aluminum enhances amyloid-beta deposition and tau protein hyperphosphorylation, characteristic of the Alzheimer disease [14]. Memory deficits are aggravated due to cholinergic transmission disruption by the increased acetylcholinesterase (AChE) activity [15]. Hepatocyte deposition of aluminum leads to liver injury in the form of elevated serum alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST) and alkaline phosphatase (ALP)

activities, systemically. Lipid metabolism is also impaired due to aluminum, increasing serum levels of TC, TG, and LDL and decreasing HDL levels [16, 17].

Therapeutic potential of *Moringa oleifera*. Leaves of *Moringa oleifera* are an important source of nutrition and contain high bioactive molecules. Rich in vitamins C, E, and A, they act like direct scavengers for free radicals [18]. Polyphenolic compounds like chlorogenic acid, quercetin, gallic acid, and flavonols like isoquercetin and rutin constitute the primary basis for *Moringa oleifera* antioxidant properties, supported by in vitro experiments demonstrating radical scavenger activity versus DPPH and ABTS similar to model antioxidants [19]. Experiments on animal models suggest that water extracts of *Moringa oleifera* increase the levels of glutathione (GSH) and total antioxidant capacity (TAC) in multiple tissues [20]. *Moringa oleifera* anti-inflammatory effect is evidenced by suppression of TNF- α and IL-6 generation in LPS-stimulated macrophages, most likely through the modulation of NF- κ B and MAPK signaling pathways. These features render *Moringa oleifera* a promising means to counteract aluminum-induced oxidative and inflammatory damage. Preclinical testing evidence of *Moringa oleifera* extract (MOE) protection against aluminum toxicity [21].

***Moringa oleifera* protective effect against $AlCl_3$ -induced toxicity.** Ekong et al. (2017) exposed Wistar rats to $AlCl_3$ (100 mg/kg of body weight) for 28 days, and MOE (300 mg/kg of body weight) was given an hour after $AlCl_3$. MOE treatment decreased temporal cortical neuronal degeneration significantly, enhanced superoxide dismutase (SOD) activity, and lowered cholesterol peroxidation in brain homogenates [22]. Gouda et al. (2018) extended the duration of exposure to 60 days and found that MOE corrected $AlCl_3$ evoked cardiotoxicity, restoring cardiac histopathology as well as antioxidant markers [15]. Hindawy et al. (2024) conducted a comprehensive 28-day research in chronic Wistar rats and validated that MOE (300 mg/kg of body weight) co-treatment with $AlCl_3$ (100 mg/kg of body weight) reinstated cerebral SOD and nitric oxide (NO) homeostasis, suppressed TNF- α and IL-6 expression, and preserved cortical neuronal structure, as evidenced through hematoxylin and eosin staining [20].

The aim of the study

The current study aims to determine the protective effect of a therapeutic dose of ethanolic *Moringa* extract against the toxicity caused by aluminum chloride ($AlCl_3$) in albino male rats (*Rattus rattus*).

Materials and methods

Preparation of the ethanolic extraction of Moringa oleifera

Leaves were washed well with distilled water to eliminate surface contaminants and dust, and air-dried in a well-flowing shaded area at room temperature ($25 \pm 2^\circ C$) for 21 days to avoid photodecomposition of bioactive molecules [24]. After complete drying, the dried leaves were milled into a fine, uniform powder using a

high-speed hammer mill and sieved on a 0.5 mm mesh screen to ensure uniform particle size. The powder was stored in amber glass bottles sealed against oxidation and microbial contamination at 4°C until extraction. For extraction of ethanolic, dry leaf powder (100 g) was macerated in 1,000 ml of 100 % pure ethanol (Sigma-Aldrich, Germany) in a glass jar covered with a lid. The mixture was shaken at room temperature (25°C) every day for 72 hours to facilitate the dissolution of polar and semi-polar phytochemicals [25].

Animals of the study

This research was conducted at the University of Kerbala, College of Veterinary Medicine, in the animal house of the Physiology Department. A total of forty male albino rats (*Rattus rattus*) of mean weight 200±20 g and aged from 8 to 10 weeks were used. The animals were kept for two weeks before the experiment for acclimatization. Ten animals were kept in each of the 15 x 35 x 50 cm individual plastic cages. Ad libitum feeding was provided with a standard pellet diet, and free access to water was given. The animals were kept under controlled temperature (22–25°C) and lighting (14L: 10D) conditions.

Experimental design

The experimental animals were divided into four groups, each consisting of 10 male rats as follows:

Group I (Control). Treated orally by gavage once daily with 0.5 ml of distilled water.

Group II (Moringa). Treated orally by gavage once daily with ethanolic *Moringa oleifera* extract in a dose of 300 mg/kg of body weight.

Group III (AlCl₃). Treated orally by gavage once daily with aluminum chloride (AlCl₃·6H₂O) in a dose of 100 mg/kg of body weight.

Group IV (Moringa + AlCl₃). Treated orally by gavage with Moringa extract (300 mg/kg) and aluminum chloride (100 mg/kg) once a day.

All the treatments were given by oral gavage with a stainless-steel feeding needle for four weeks in succession. After the treatment period (28 days), the animals were kept overnight (12 hours) fasted with free water access. Blood was taken by cardiac puncture under light anesthesia, and the blood serum was separated and kept at -80°C till biochemical analysis.

Biochemical assays

Serum lipid profile

Kits were used to assess the serum levels of total cholesterol (TC), high-density lipoprotein (HDL), and triglycerides (TG) (Agappe Diagnostic LTD, Kerala, India). LDL was calculated according to Schettler & Nüssel, [26]. The atherogenic index (TC/HDL) and LDL/HDL ratio were also calculated (Leimieux et al., 2001) [27].

Liver enzymes

An aspartate aminotransferase test kit was used to measure AST activity in the serum (Agappe diagnostic, India code 683-562), An Alanine aminotransferase test kit was used to measure in serum (Agappe diagnostic, India, Clin. Chem, and an Alkaline phosphatase

test kit was used to measure in serum (Agappe diagnostic, India).

Serum bio-oxidative markers:

- Malondialdehyde (MDA): It is easy to use the MDA Microplate Assay Kit to detect MDA in a range of samples. Thiobarbituric acid (TBA) reacts with MDA in the sample to form the MDA-TBA adduct. You may readily measure the MDA-TBA adduct using a colorimeter ($\lambda = 532$ nm). The results were expressed in nmol/ml.

- Superoxide dismutase (SOD): Microplate Assay Kit. Light with a wavelength of 560 nm or longer is absorbed by NBT-diformazan. SODs diminish the levels of superoxide ions, which in turn reduces the rate at which NBT-diformazan is formed. NBT-diformazan decrease is a good indicator of SOD activity in the experimental samples.

To assess the amount of NO, it is a usual practice to test the total NO₂-/NO₃- ratio. At 550 nm, a colorimetric readout may be used to determine the reaction products. According to Kavsaket et al. [28], the values were expressed in $\mu\text{mol/l}$.

Kidney function tests

Serum creatinine and urea levels were determined by the use of specialized kit (Agappe diagnostics, India).

- Creatinine: In order to detect the blood creatinine levels, the researchers used a specialized kit (Agappe diagnostics, India). When creatinine is combined with picrate in alkaline media, a colorful complex is formed. In order to estimate the quantity of creatinine in the specimen, a spectrophotometer may be used to measure the absorbance at 500 nm.

- Urea: The following reaction is used to determine urea through enzymatic means according to the Agappe diagnostic India kit protocol (Kassirer, 1971) [29].

Statistical analysis

The values were expressed as mean $\pm$ standard deviation (SD). One-way analysis of variance (ANOVA) was performed for the analysis of significant differences between the groups, and follow-up the least significant difference (LSD) post-hoc test for multiple comparisons using SPSS version 26 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). The statistical significance was determined with a P-value < 0.05.

Results and discussion

The protective effect of the ethanolic extract of *Moringa oleifera* against aluminum chloride-induced toxicity is indicated through the various biochemical parameters. From the obtained results, it can be shown that aluminum chloride exposure initiated serious systemic disturbances, which were effectively reversed through the co-treatment with Moringa extract.

Effect of the treatments on liver enzyme activity

Table 1 shows the effect of different treatments on liver enzymes (AST, ALT, ALP). Group III (exposed to aluminum chloride only) showed a drastic and statistically significant rise ($P < 0.05$) in the activity of all the enzymes compared to the control group.

Table 1

The effects of different treatments on liver enzyme activity in male rats, Mean $\pm$ SD, (n=10)

Groups	Parameters		
	AST (U/L)	ALT (U/L)	ALP (U/L)
Group I. (Control)	85.7 $\pm$ 9.84 ^c	55.4 $\pm$ 8.14 ^c	162.4 $\pm$ 9.90 ^c
Group II. (Moringa oleifera)	78.3 $\pm$ 8.52 ^c	48.1 $\pm$ 6.17 ^c	158.5 $\pm$ 10.72 ^c
Group III. (Aluminum)	170.6 $\pm$ 11.64 ^a	110.9 $\pm$ 12.15 ^a	261.7 $\pm$ 13.73 ^a
Group IV. (Moringa + Aluminum)	110.4 $\pm$ 10.47 ^b	75.7 $\pm$ 6.23 ^b	187.8 $\pm$ 11.5 ^b
LSD values	9.23	7.73	10.47

Note: means followed by different letters in the same column indicate a statistically significant difference (P<0.05) between the values.

AST level increased from 85.7 U/L for the control group to 170.6 U/L in the aluminum group (a rise of 99 %). Similarly, the level of ALT increased from 55.4 U/L to 110.9 U/L and the level of ALP increased from 162.4 U/L to 261.7 U/L. These increases depict the extent of the liver cell damage.

Conversely, the co-treatment with Moringa extract and aluminum chloride (Group IV) yielded a significant decrease (P<0.05) in the levels of these enzymes compared to those with the aluminum group alone. The value of AST decreased to 110.4 U/L, the value of ALT – to 75.7 U/L, and the value of ALP – to 187.8 U/L. The significant decrease is the proof of the hepato-protective effect of Moringa extract.

Group II (solely Moringa) had enzyme levels as in the control group, and this indicated the safety of the extract on the liver functioning at the given dose.

Effect of the treatments on kidney function indicators

The effect of the treatments on the kidney functioning markers (urea and creatinine) is shown in **Table 2**. Aluminum chloride treatment (Group III) caused a significant (P<0.05) rise in serum urea and creatinine compared to the other treatments.

Table 2

The effects of different treatments on kidney functioning in male rats, Mean $\pm$ SD, (n=10)

Groups	Parameters	
	Urea (mg/dl)	Creatinine (mg/dl)
Group I. (Control)	17.85 $\pm$ 1.23 ^c	0.54 $\pm$ 0.02 ^c
Group II. (Moringa oleifera)	16.6 $\pm$ 1.52 ^c	0.56 $\pm$ 0.06 ^c
Group III. (Aluminum)	28.25 $\pm$ 2.37 ^a	0.96 $\pm$ 0.04 ^a
Group IV. (Moringa + Aluminum)	19.1 $\pm$ 2.85 ^b	0.71 $\pm$ 0.01 ^b
LSD values	2.93	0.21

Note: means followed by different letters in the same column indicate a statistically significant difference (P<0.05) between the values.

The urea level increased from 7.85 mg/dl in the control group to 28.25 mg/dl, and the creatinine level

increased from 0.54 mg/dl to 0.96 mg/dl, showing a pathological effect on renal function.

Co-treatment group (Aluminum + Moringa) exhibited outstanding protection and healing (P<0.05), wherein urea and creatinine were reduced to 19.1 and 0.71 mg/dl, respectively. They are both far more similar to the indicators of the control group. This demonstrates the possibilities of Moringa extract to prevent the kidneys toxicity against aluminum.

Effect of the treatments on oxidative stress biomarkers

Table 3 shows the oxidative stress condition in the various experimental groups. Group III, or the aluminum group, had significantly increased (P<0.05) malondialdehyde (MDA), a marker for lipid peroxidation, with the level reading 10.8 nmol/ml, compared to the level of the control group, which was 4.1 nmol/ml. Also, the level of nitric oxide (NO) markedly increased to 15.7 μ mol/mg, while superoxide dismutase (SOD) activity markedly dropped to 8.1 U/mg. In all, these data indicate an oxidative stress critical state.

Table 3

The effects of different treatments on oxidative activity in male rats, Mean $\pm$ SD, (n=10)

Groups	Parameters		
	NO (μ mol/mg)	SOD (U/mg)	MDA (nmol/ml)
Group I. (Control)	5.2 $\pm$ 0.5 ^c	15.2 $\pm$ 1.80 ^c	4.1 $\pm$ 0.6 ^c
Group II. (Moringa oleifera)	5.6 $\pm$ 0.9 ^c	21.5 $\pm$ 2.2 ^a	3.4 $\pm$ 0.5 ^c
Group III. (Aluminum)	15.7 $\pm$ 1.4 ^a	8.1 $\pm$ 1.53 ^d	10.8 $\pm$ 1.9 ^a
Group IV. (Moringa + Aluminum)	7.5 $\pm$ 0.3 ^b	17.8 $\pm$ 2.01 ^b	5.2 $\pm$ 0.8 ^b
LSD values	1.37	1.64	0.84

Note: means followed by different letters in the same column indicate a statistically significant difference (P<0.05) between the values.

The Moringa extract treatment (Group IV) reversed these changes very effectively. MDA value dropped to 5.2 nmol/ml, and NO concentration was lowered to 7.5 μ mol/mg. It is important that SOD enzyme activity was also restored impressively to 17.8 U/mg, nearing the control group level. Moreover, the Moringa-alone group revealed the highest level of SOD activity of 21.5 U/mg, confirming its strong antioxidant-protection activity.

Effect of the treatments on lipid profile markers

Table 4 shows the impact on the serum lipid profile markers. Aluminum chloride (Group 3) exposure caused severe dyslipidemia as seen by significant statistically significant increase (P<0.05) in total cholesterol (TC) to 180.6 mg/dl, triglycerides (TG) to 161.3 mg/dl, and low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) to 120.2 mg/dl. At the same time, there was a significant decrease in the high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), or the good cholesterol, which was 35.1 mg/dl.

Table 4

The effects of different treatments on lipid profile activity in male rats, Mean $\pm$ SD, (n=10)

Groups	Parameters			
	Total cholesterol (TC) (mg/dl)	Triglycerides (TG) (mg/dl)	LDL-C (mg/dl)	HDL-C (mg/dl)
Group I. (Control)	110.3 $\pm$ 12.4 ^c	85.4 $\pm$ 10.1 ^c	45.4 $\pm$ 7.1 ^c	55.2 $\pm$ 6.3 ^b
Group II. (<i>Moringa oleifera</i>)	110.7 $\pm$ 9.2 ^c	78.1 $\pm$ 8.7 ^c	41.5 $\pm$ 6.2 ^c	65.6 $\pm$ 7.1 ^a
Group III. (Aluminum)	180.6 $\pm$ 18.4 ^a	161.3 $\pm$ 19.5 ^a	120.2 $\pm$ 17.73 ^a	35.1 $\pm$ 5.4 ^c
Group IV. (<i>Moringa</i> + Aluminum)	135.4 $\pm$ 11.7 ^b	112.7 $\pm$ 13.2 ^b	75.8 $\pm$ 10.1 ^b	54.6 $\pm$ 6.8 ^b
LSD values	13.24	12.96	10.23	5.48

Note: means followed by different letters in the same column indicate a statistically significant difference ($P < 0.05$) between the values.

These complications were greatly relieved by co-treatment with *Moringa* extract (Group 4). The TC, TG, and LDL-C concentrations decreased significantly, and the HDL-C was 54.6 mg/dl, which is not statistically different from the control. These findings highlight the ability of *Moringa* to regulate lipid metabolism and prevent lipidemia caused by aluminum. Especially a higher concentration of HDL-C was observed in the *Moringa*-only group (65.6 mg/dl), which indicates a possible cardiovascular effect.

The results of this study strongly confirm the multiple protective efficacy of the ethanolic extract of *Moringa oleifera* leaves against systemic neurotoxicity induced by aluminum chloride in rats. The multiple protective mechanism by which the extract demonstrates its action, including hepatoprotection, nephroprotection, oxidative stress modulation, and dyslipidemia regulation, makes it an effective means as a protective dietary supplement.

The present study has shown that the treatment with aluminum chloride leads to acute nephrotoxicity and hepatotoxicity, as evidenced by the significant rise in the liver enzymes (AST, ALT, ALP) and kidney function tests (urea and creatinine). These findings are consistent with previous observations that aluminum is accumulated in the liver and kidneys and leads to cell damage and the release of these markers into the circulatory system. The significant decrease of these markers in the *Moringa* + aluminum group indicates the extract's ability to maintain the integrity of hepatocyte and renal cell membranes. *Moringa*'s high phenolic and flavonoid content, such as quercetin and kaempferol, may be accountable for this protection because of their potency as antioxidants and anti-inflammatory agents, which reduce cellular damage caused by aluminum-induced oxidative stress. This observation is in agreement with [23] on the normalization of serum liver enzymes in rats fed on *Moringa* extract after being treated with aluminum.

Aluminum toxicity involves oxidative stress mechanism. We found that aluminum induced severe complication of the oxidation state manifested by elevated lipid peroxidation (MDA), elevated nitrate stress (NO), and loss of endogenous antioxidant protection (SOD). The effectiveness of *Moringa* extract in normalizing the SOD activity to the high level and decreasing MDA and NO to lower levels is beyond doubt the evidence of its antioxidant power. SOD enzyme is one of the first lines of defense mechanism against free oxygen radicals and when its work is stimulated, the destructive mechanisms that cause cell damage are diminished. The findings agree with [22] in which it was found that *Moringa* extract

replenished SOD activity and decreased lipid peroxidation in the exposed rats' brain tissue due to exposure to aluminum. Moreover, polyphenols, being active constituents in *Moringa*, are direct free radical scavengers, as well as they can regulate cellular signaling pathways, including the Nrf2/ARE pathway which is a regulator of antioxidant gene expression. Other studies attribute the reversal of the neuroinflammation being a crucial component of aluminum-induced neurodegenerative diseases to the action of *Moringa* in inhibiting the synthesis of the inflammatory cytokines of TNF-alpha and IL-6.

Dyslipidemia caused by aluminum was considered in the current study, where there were significant increases in TC, TG and LDL-C and a decrease in HDL-C. The raised risk of cardiovascular disease is observed in this pattern of lipid disturbance. The ability of the *Moringa* extract to normalize these parameters, especially to raise the level of good cholesterol called HDL-C, signifies an added benefit on top of neuroprotection [30]. This is explained by the fact that *Moringa* is able to stimulate the liver, as it is one of the key organs when it comes to lipid metabolism. It is also possible that the compounds in *Moringa* affect the major enzymes involved in cholesterol synthesis and absorption. This confirms earlier experiments that have demonstrated that *Moringa* could potentially have hypolipidemic activity, preventing metabolic syndrome.

Conclusions

The current research has concluded that ethanolic extract of *Moringa oleifera* leaves at 300mg/kg of body weight is effective and provides general protection against systemic and neurotoxicity of aluminum chloride (100 mg/kg) in male albino rats. Its protective power lies in its superior antioxidant, anti-inflammatory and anti-apoptotic effect, which has been achieved by the preservation of liver functions, lipid balance and neuronal integrity. Though these findings place *Moringa* extract on the frontlines as a potential protective supplement, clinical studies are critical as far as referring these findings down to human health.

Conflict of interest

The author state that there is no conflict of interest.

References

- Yokel, R. A. (2025). Aluminum in beverages and foods: A comprehensive compilation of regulations; concentrations in raw, prepared, and stored beverages and foods; and intake. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24 (3). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70175>
- Nunes da Silva, M., Machado, J., Osorio, J., Duarte, R., & Santos, C. S. (2022). Non-essential elements and their role in sustainable agriculture. *Agronomy*, 12 (4), 888. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040888>
- Zulfiqar, A., Iqbal, G., & Ahmed, T. (Eds.). (2021). Co-exposure of aluminium with other metals causes neurotoxicity and neurodegeneration. *Biochemical Mechanisms of Aluminium Induced Neurological Disorders*, 33–65. <https://doi.org/10.2174/9781681088839121010004>
- Fathima, S. A., Maurya, R., & Naqvi, S. (2023). Oxidative stress and metals in alzheimer's disease. *Natural Product-Based Synthetic Drug Molecules in Alzheimer's Disease*, 17–41. https://doi.org/10.1007/978-981-99-6038-5_2
- Ishaq, S., Liaqat, A., Hameed, A., & Ahmed, T. (Eds.). (2021). Biochemical mechanisms of aluminium and other metals exposure, their brain entry mechanisms, effects on blood brain barrier and important pharmacokinetic parameters in neurological disorders. *Biochemical Mechanisms of Aluminium Induced Neurological Disorders*, 1–32. <https://doi.org/10.2174/9781681088839121010003>
- Jadhav, R., & Kulkarni, Y. A. (2023). Effects of baicalin with memantine on aluminium chloride-induced neurotoxicity in Wistar rats. *Frontiers in Pharmacology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1034620>
- Peñalver, R., Martínez-Zamora, L., Lorenzo, J. M., Ros, G., & Nieto, G. (2022). Nutritional and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaves in functional foods. *Foods*, 11 (8), 1107. <https://doi.org/10.3390/foods11081107>
- Mayada S. Hassan, Naseer Abdulameer Al-Arubaye, Nawras M. Al-Khafaji, Hayder Talib Mahdi, & Nada Abdulhussein Alkafaji. (2025). Synergistic effectiveness of crude extract leaves of *Moringa oleifera* Lam and atorvastatin-treated rabbits. *Academic International Journal of Veterinary Medicine*, 3 (1), 01–09. <https://doi.org/10.59675/v3i11>
- Younis, N., Khan, M. I., Zahoor, T., & Faisal, M. N. (2022). Phytochemical and antioxidant screening of *Moringa oleifera* for its utilization in the management of hepatic injury. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1078896>
- El-Sherbiny, G. M., Alluqmani, A. J., Elsehemy, I. A., & Kalaba, M. H. (2024). Antibacterial, antioxidant, cytotoxicity, and phytochemical screening of *Moringa oleifera* leaves. *Scientific Reports*, 14 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-80700-y>
- Avilés-Gaxiola, S., León-Félix, J., Jiménez-Nevárez, Y. B., Angulo-Escalante, M. A., Ramos-Payán, R., Colado-Velázquez, J., & Heredia, J. B. (2021). Antioxidant and anti-inflammatory properties of novel peptides from *Moringa oleifera* Lam. leaves. *South African Journal of Botany*, 141, 466–473. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.05.033>
- Ezz El-Din Ibrahim, M., Alqurashi, R. M., & Alfaraj, F. Y. (2022). Antioxidant activity of *Moringa oleifera* and olive *Olea europaea* L. leaf powders and extracts on quality and oxidation stability of chicken burgers. *Antioxidants*, 11 (3), 496. <https://doi.org/10.3390/antiox11030496>
- Olaoye, A. B., Ologunde, C. A., Molehin, O. R., & Nwankwo, I. (2021). Comparative antioxidant analysis of *Moringa oleifera* leaf extracts from South Western States in Nigeria. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 7 (1). <https://doi.org/10.1186/s43094-021-00204-8>
- Ekong, M. B., Ekpo, M. M., Akpanyung, E. O., & Nwaakondo, D. U. (2017). Neuroprotective effect of *Moringa oleifera* leaf extract on aluminium-induced temporal cortical degeneration. *Metabolic Brain Disease*, 32 (5), 1437–1447. <https://doi.org/10.1007/s11011-017-0011-7>
- Gouda, A. S., El-Nabarawy, N. A., & Ibrahim, S. F. (2018). *Moringa oleifera* extract (Lam) attenuates Aluminium phosphide-induced acute cardiac toxicity in rats. *Toxicology Reports*, 5, 209–212. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2018.01.001>
- Adighije, N. K., Ekerete, I. A., & Ekong, M. (2020). Effect of *Moringa oleifera* Lam. Leaf extract against Aluminium chloride induced hippocampal histology and serum enzyme activities in adult Wistar rats. *International Journal of Medical and Surgical Sciences*, 61–74. <https://doi.org/10.32457/ijmss.v7i2.503>
- Freitas, J. H. E. S., de Santana, K. V., do Nascimento, A. C. C., de Paiva, S. C., de Moura, M. C., Coelho, L. C. B. B., de Oliveira, M. B. M., Paiva, P. M. G., do Nascimento, A. E., & Napoleão, T. H. (2016). Evaluation of using aluminum sulfate and water-soluble *Moringa oleifera* seed lectin to reduce turbidity and toxicity of polluted stream water. *Chemosphere*, 163, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.08.019>
- Hegazi, M. A. M., & Elebshany, I. A. K. (2019). Ameliorative effect of *Moringa oleifera* on oxidative stress in male albino rat brain promoted by aluminum exposure. *Nature and Science*, 17 (2), 92–100.
- Zamani, N. I. S. M., Jam, F. A., Yi, L. J., Yi, C. W., Rajendran, T., Wong, P. W., Ying, A. T. Y., Azlan, U. K., Hamezah, H. S., Mediani, A., & Rohani, E. R. (2025). Advancing Alzheimer's therapy with *Moringa oleifera*: Bioactive insights, mechanistic pathways, and strategies for efficacy and standardization. *The Open Medicinal Chemistry Journal*, 19 (1). <https://doi.org/10.2174/0118741045371837250212060043>
- Hindawy, R. F., Manawy, S. M., Nafea, O. E., Abdelhameed, A. A., & Hendawi, F. F. (2024). *Moringa oleifera* leaves ethanolic extract counteracts cortical neurodegeneration induced by aluminum chloride in rats. *Toxicology Research*, 13 (2). <https://doi.org/10.1093/toxres/tae028>
- Goel, F. (2025). Exploring the therapeutic role of *Moringa oleifera* in neurodegeneration: antioxidant, anti-inflammatory, and neuroprotective mechanisms. *Inflammopharmacology*, 33 (7), 3653–3669. <https://doi.org/10.1007/s10787-025-01794-y>
- Ekong, M. B., Ekpo, M. M., Akpanyung, E. O., & Nwaakondo, D. U. (2017). Neuroprotective effect of *Moringa oleifera* leaf extract on aluminium-induced temporal cortical degeneration. *Metabolic Brain Disease*, 32 (5), 1437–1447. <https://doi.org/10.1007/s11011-017-0011-7>
- Adighije, N. K., Ekerete, I. A., & Ekong, M. (2020). Effect of *Moringa oleifera* Lam. leaf extract against aluminium chloride-induced hippocampal histology and serum enzyme activities in adult Wistar rats. *International Journal of Medical and Surgical Sciences*, 7 (2), 61–74. <https://doi.org/10.32457/ijmss.v7i2.503>
- Adeyemi, S., Larayetan, R., Onoja, A. D., Ajayi, A., Yahaya, A., Ogunmola, O. O., Adeyi, A. O., & Chijioke, O. (2021). Anti-hemorrhagic activity of ethanol extract of *Moringa oleifera* leaf on venomized albino rats. *Scientific African*, 12, e00742. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00742>
- Baah, G. (2020). *Assessment of Moringa oleifera and Xylopia aethiopica extracts for their preservative potential in fruit juice*. Bloemfontein, South Africa: Central University of Technology, Free State
- Schettler, G., & Nussel, E. (1975). Enzymatic calorimetric determination of high density lipoprotein cholesterol by CHOD-PAP method. *Arav Med*, 10, 25–29.
- Lemieux, I., Lamarche, B., Couillard, C., Pascot, A., Cantin, B., Bergeron, J., Dagenais, G. R., & Després, J.-P. (2001). Total Cholesterol/HDL Cholesterol Ratio vs LDL Cholesterol/HDL Cholesterol Ratio as indices of ischemic heart disease risk in men. *Archives of Internal Medicine*, 161 (22), 2685. <https://doi.org/10.1001/archinte.161.22.2685>
- Kavak, P. A., Worster, A., Hill, S. A., MacRae, A. R., & Jaffe, A. S. (2017). Analytical comparison of three different versions of a high-sensitivity cardiac troponin I assay over 10 years. *Clinica Chimica Acta*, 475, 51–55. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2017.10.006>
- Kassirer, J. P. (1971). Clinical evaluation of kidney function. *New England Journal of Medicine*, 285(7), 385–389. <https://doi.org/10.1056/nejm197108122850706>
- Beshir, S., Shaheen, W., & EL-tahlawy, E. (2021). Implication of aluminum in exerting some health disorders among exposed workers. *Egyptian Journal of Chemistry*, 64 (7), 3615–3622. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2021.69699.3531>

ORCID

H. T. Mahdi 

<https://orcid.org/0000-0002-1288-8591>



2025 by the author(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.

Spread of kidney and liver pathology in cats in the city of Poltava

O. Deleichuk✉ | S. Kravchenko

Article info

Correspondence Author

O. Deleichuk

E-mail:

oleh.deleichuk@pdau.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine**Citation:** Deleichuk, O., & Kravchenko, S. (2025). Spread of kidney and liver pathology in cats in the city of Poltava. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 311–314. doi: 10.31210/spi2025.28.03.49

Diseases of the digestive and urinary systems in domestic cats occupy a significant part of non-contagious internal pathologies. Liver diseases in animals of this species are closely connected with kidney diseases. The results of scientific researches on the spread of liver and kidney pathology in domestic cats in the city of Poltava, conducted during 2021–2024 are presented in the article, which contains the information on the analysis of the structure of morbidity, the chronology of diseases during each year, as well as the age of diseased animals. The aim of the study was to analyze the clinical manifestations, laboratory indicators, and ultrasonographic signs of the hepatobiliary system pathology in cats, taking into account the signs of functional upsetting and/or ultrasonographic visualization of the kidneys. The information was systematized, considering the chronological and nosological structure of morbidity and age dynamics. The results of the study of 1,428 cats aged from one to 11 years with clinical, laboratory, or ultrasonographic signs of liver and kidney pathology were analyzed. It was found that liver pathology in cats in Poltava is accompanied by renal dysfunction on the average of 36 % of cases, among which 70.4 % are patients with acute cholangiohepatitis, 14 % are patients with chronic hepatitis, and 15.6 % with hepatodystrophy. It was established that in 2021, the number of cases of combined liver and kidney pathology in cats made 21 %, in 2022 – 23.2 %, in 2023 – 24.9 %, in 2024 – 30.9 %, which was associated with changes in the conditions of feeding and keeping domestic cats at the background of migration trends, accompanied by the violation of ensuring the physiological needs of animals and, accordingly, the development of metabolic diseases. The age dynamics of liver and kidney pathology are shown: acute inflammatory diseases prevail in young animals, chronic inflammatory processes were found in the nosological structure of animals aged 3-5 years, and dystrophic diseases of the hepatobiliary system and kidneys were found in cats of the older age group. It has been revealed that the predominant liver pathology accompanied by nephropathy is acute cholangiohepatitis at the age of 3-5 years (59.4 %), chronic hepatitis at the age of 6-8 years (44.4 %), and hepatodystrophy at the age of over 9 years (46.3 %).

Keywords: cats, liver, kidneys, diagnostics, pathology.

Поширення патології печінки та нирок у котів у м. Полтава

О. П. Делейчук | С. О. Кравченко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Захворювання системи органів травлення та органів системи сечовиділення у свійських котів займають значну частину внутрішньої незаразної патології. Захворювання печінки у тварин цього виду тісно взаємопов'язані із хворобами нирок. У статті викладено результати наукових досліджень поширення патології печінки та нирок у свійських котів на території м. Полтава, проведених впродовж 2021–2024 років, що містять інформацію щодо аналізу структури захворюваності, хронології хвороб в розрізі кожного року, а також віку хворих тварин. Метою дослідження був аналіз клінічних проявів, лабораторних показників та ультразвукографічних ознак патології гепатобіліарної системи котів, з урахуванням ознак порушення функції та/або ультразвукографічної візуалізації нирок. Інформацію систематизували, враховуючи хронологічну та нозологічну структуру захворюваності, вікову динаміку. Проаналізовано результати дослідження 1428 котів, що мали клінічні, лабораторні або ультразвукографічні ознаки патології печінки та нирок, віком від одного до 11 років. З'ясовано, що патологія печінки у котів в м. Полтава супроводжується порушенням функцій нирок в середньому у 36 % випадків, серед яких хворі на гострий холангіогапатит – 70,4 %, хворі на хронічний гепатит – 14 %, хворі на гепатодистрофію – 15,6 %. Встановлено, що у 2021 році кількість випадків поєднаної патології печінки та нирок у котів складала 21 %, у 2022 році – 23,2 %, 2023 – 24,9 %, 2024 – 30,9 %, що пов'язано із змінами умов годівлі та утримання свійських котів на тлі міграційних тенденцій, супроводжується порушенням забезпечення фізіологічних потреб тварин та, відповідно, розвитком хвороб метаболізму. Показано вікову динаміку патології печінки та нирок: у молодих тварин переважають гострі запальні захворювання, у тварин віком 3–5 років у нозологічній структурі виявляли хронічні запальні процеси, а у котів старшої вікової групи – дистрофічні захворювання гепатобіліарної системи та нирок. З'ясовано, що переважаючою патологією печінки, що супроводжується нефропатією, є гострий холангіогапатит у віці 3–5 років (59,4 %), хронічний гепатит у віці 6–8 років (44,4 %) та гепатодистрофія у віці понад 9 років (46,3 %).

Ключові слова: коті, печінка, нирки, діагностика, патологія.**Бібліографічний опис для цитування:** Делейчук О. П., Кравченко С. О. Поширення патології печінки та нирок у котів у м. Полтава. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 311–314.

Вступ

Хвороби печінки та нирок у свійських котів є однією з актуальних практичних та наукових проблем, якій постійно приділяється увага дослідників. Вивченню питання гепато-ренальної патології у котів присвячено роботи таких вчених, як П. І. Локес, М. І. Цвіліховський, Т. П. Локес-Крупка [2, 3, 5] та інших науковців.

Печінка є найбільшою травною залозою організму та виконує ряд важливих функцій, що обумовлює її високе фізіологічне навантаження. Зокрема, до функцій печінки належать регуляція травлення, підтримання сталості метаболізму, синтез гормонів, протеїнів, забезпечення імунної відповіді та утилізація токсичних речовин з кровоносної системи [5, 7].

Будь-яке порушення функцій печінки у котів супроводжується рядом клінічних симптомів, таких як жовтяниця, шлунково-кишкові розлади (блювання, діарея), прояви печінкової енцефалопатії. Поряд з цим, відомо, що у котів захворювання печінки супроводжуються патологією жовчного міхура, жовчних протоків та підшлункової залози, що пов'язано з анатомічними особливостями тварин цього виду. На тлі виразних клінічних симптомів гепатопатії, часом залишаються поза увагою неспецифічні порушення клінічного стану, зокрема, полідипсія та поліурія, що можуть свідчити не лише про зростання функціонального навантаження на нирки, а й спричиняти патологічні зміни у них, які не завжди проявляються клінічно, і потребують додаткових досліджень. Таким чином, поширення сукупної патології печінки та нирок у свійських котів залишається мало вивченим [5, 7, 13].

Останнім часом патологію гепатобіліарної системи у тварин пов'язують з нефропатіями, що пояснюється тісним фізіологічним та біохімічним зв'язком цих органів. Сумісні захворювання печінки та нирок у тварин знайшли своє місце у вивченні питань поліморбідності, зважаючи на спільні етіологічні, патогенетичні механізми, результати клінічних, інструментальних досліджень та лабораторної діагностики, що розглядається у працях різних авторів [6, 13, 18].

Доведено, що від взаємодії печінки та нирок, як у клінічно здорових тварин, так і за патології, залежить клінічний статус всього організму. У науковій літературі наведено окремі клінічні, лабораторні, ультрасонографічні показники, що вказують на поєднаний перебіг патології печінки та нирок у свійських котів [8, 12, 14]. Однак, відомості щодо поширення та нозологічної структури сукупної патології печінки та нирок у котів у вітчизняній літературі поодинокі та розрізнені. Вивчення цього питання є актуальним.

Мета дослідження

Мета досліджень – вивчення поширення патології печінки та нирок у свійських котів різного віку в м. Полтава впродовж 2021–2024 років.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на базі навчально-науково-виробничої клініки ветеринарної медицини Полтавського державного аграрного університету, кафедрі терапії імені професора П. І. Локеса, з використанням даних журналів реєстрації хворих тварин Полтавської обласної державної лікарні ветеринарної медицини, клінік ветеринарної медицини Веткомфорт, ВетХелп, Ветексперт, Макс-вет, за 2021–2024 рр.

Об'єктом досліджень були свійські коти (1428 тварин), з клінічними, лабораторними та ультрасонографічними ознаками патології печінки та нирок.

Критеріями визначення сукупного перебігу захворювань гепатобіліарної системи та нирок були клінічні ознаки (анорексія/гіпорексія, болочість за пальпації черева, поперекової ділянки, зміни або порушення сечовиділення), біохімічні показники крові (гіпербілірубінемія, активність АлАТ, АсАТ, рівень креатиніну та сечовини, рівень SDMA), ультрасонографічні показники та результати дослідження сечі (фізичні властивості, хімічний склад, результати мікроскопії осаду сечі). Тварин поділяли на вікові групи: 1–2, 3–5, 6–8 та понад 9 років, для дослідження вікової динаміки захворювань.

Результати та їх обговорення

Було встановлено, що у 514 тварин (36 %) були присутні ознаки поєднаної патології печінки та нирок. Нозологічна структура у котів була зумовлена анатомо-фізіологічними особливостями тварин цього виду, що відзначається у спеціальній літературі [6, 7, 19].

Переважаючим захворюванням печінки, яке супроводжувалось порушенням функції нирок, був гострий холангіогепатит (362 тварини, 70,4 %), що характеризувався анорексією, блюванням, значним підвищенням активності АсАТ, АлАТ, ГГТП та лужної фосфатази, ультрасонографічно – гепатомегалією та ознаками холециститу. Це супроводжувалось олігурією, гіперстенурією, білірубінурією та помірною гіперазотемією (рівень креатиніну 180–240 мкмоль/л, сечовини 10–14 ммоль/л), за відсутності ультрасонографічних ознак порушення структури нирок. Jaffey, J. A. (2022) вказує на неоднозначність клінічних ознак, результатів діагностичних тестів та спільність супутніх захворювань за холангіогепатиту у котів [11]. Про це також вказують інші автори [14, 20–22].

У 80 котів (15,6 %) діагностували гепатодистрофію. При цьому клінічними ознаками були гіпорексія, збільшення печінки за пальпації, (гепатомегалія), іктеричність кон'юнктиви, пригнічення. У 25 % випадків реєстрували лихоманку та диспептичні прояви. Ультрасонографічними ознаками були рівномірне, дифузне зростання ехогенності паренхіми печінки, заокруглення країв печінки та гепатомегалія. Лабораторними ознаками були диспротеїнемія –

за рахунок гіпоальбумінемії та гіперглобулінемії, гіперферментемія АлАТ та АсАТ, лужної фосфатази та α -амілази. Такі діагностичні маркери зазначаються як інформативні у наукових джерелах. За нашими спостереженнями, діагностичні показники за гепатодистрофії у котів суттєво відрізнялись від таких за запальних процесів. Водночас, Negasee, K. A. (2021) повідомляє про спільні комп'ютерно-томографічні маркери за цих хвороб та зазначає, що для уточнення діагнозу доцільно застосовувати біопсію печінки [15].

При цьому ознаками ураження нирок були болючість нирок за пальпації, азотемія (рівень креатиніну та сечовини на 41–63 % вище за показники клінічно здорових тварин), білірубінурія, лейкоцитурія, незначна протеїнурія. Ультрасонографічно виявляли збільшення нирок, порушення візуалізації кортико-медулярної межі. За різними даними, такі показники можуть свідчити про розвиток хронічної хвороби нирок [4, 8–10].

У 14 % котів (72 тварини) спостерігали ознаки ураження нирок на тлі хронічного гепатиту. Клінічно

у котів спостерігали відсутність апетиту, періодичне блювання, апатію, ремітуючу лихоманку, іктерус, у частини тварин агресивну поведінку. Пальпація ділянки печінки спричиняла болючість, спостерігали гіперферментемію та гіпербілірубінемію. Ознаками нефропатії у котів за хронічного гепатиту були збільшення та болючість нирок за пальпації, помірна гіперазотемія (рівень креатиніну та сечовини на 25–30 % вище за показники клінічно здорових тварин). Ультрасонографічно виявляли збільшення нирок, але без порушення диференціації коркової та мозкової речовини. За іншими даними, такі ознаки можуть свідчити про розвиток хронічної ниркової недостатності, яка клінічно у котів характеризується анорексією, апатією, сухістю шкіри, запахом сечовини, та гіпертензією, а також гіпостенурією, лейкоцитурією, еритроцитурією, циліндрурією [1, 4, 12].

Аналізуючи захворюваність котів впродовж чотирьох років, було отримано результати, наведені у **таблиці 1**.

Таблиця 1

Патологія печінки у котів ускладнена нефропатією, 2021–2024 рр.

Рік	Первинні захворювання печінки, ускладнені нефропатією					
	гострий холангіогепатит		хронічний гепатит		гепатодистрофія	
	голів	%	голів	%	голів	%
2021	75	20,7	16	22,2	17	21,3
2022	83	22,9	15	20,8	21	26,3
2023	90	24,9	19	26,4	19	23,7
2024	114	31,5	22	30,6	23	28,7

Примітки: у кожній групі відсоток тварин розраховували відносно загальної кількості за чотири роки.

У 2021 році зареєстровано 108 котів, які мали захворювання печінки з нефропатією, що складає 21 % від загальної кількості за 4 роки. У 2022–2024 роках кількість хворих тварин становила 119 (23,2 %), 128 (24,9 %), 159 (30,9 %). Таку тенденцію можна пов'язати із зростанням рівня лабораторної та інструментальної діагностики у закладах ветеринарної медицини. Крім того, у зв'язку з міграційними тенденціями в країні, умови годівлі та

утримання тварин змінюються, що, призводить до порушення забезпечення їх фізіологічних потреб та розвитку хвороб метаболізму, що підтверджується у науковій літературі [13, 17].

Вікова динаміка захворюваності котів на патологію печінки та нирок свідчить, що у тварин віком 1–2 роки найчастіше розвиваються гострі запальні процеси гепатобіліарної системи та нирок – передусім гострий холангіогепатит (**табл. 2**).

Таблиця 2

Вікова динаміка захворювань котів

Вік, років	Первинні захворювання печінки, ускладнені нефропатією					
	гострий холангіогепатит		Хронічний гепатит		гепатодистрофія	
	голів	%	голів	%	голів	%
1–2	89	24,6	8	11,1	–	–
3–5	215	59,4	28	38,9	18	22,5
6–8	47	13,0	32	44,4	25	31,2
понад 9 років	11	3,0	4	1,1	37	46,3

Примітки: у кожній групі відсоток тварин розраховували відносно загальної кількості у всіх вікових групах.

Значно рідше реєстрували хронічний гепатит, ускладнений нефропатією, а гепатодистрофію не реєстрували у жодному випадку. Це можна пов'язати з фізіологічно обумовленою високою реактивністю організму молодих котів, що знаходить підтвердження у літературі [16, 18].

У котів віком 3–5 років також переважав гострий холангіогепатит і частіше спостерігали хронічний

гепатит, а у 18 котів – гепатодистрофію.

У тварин старшої вікової групи (6–8 років) гепатренальну патологію в цілому реєстрували рідше – 104 тварини проти 261, що у 2,5 рази менше.

У геріатричних котів гострий холангіогепатит діагностували лише у 3 % тварин, хронічний гепатит – у 5,6 %. Натомість гепатодистрофія, ускладнена нефропатією, як кінцевий результат інших

захворювань печінки, реєстрували найчастіше – 71,2 % від всієї кількості патології.

Аналіз сезонної динаміки захворюваності виявився непоказовим, що пов'язано з переважно хатнім утриманням свійських котів, і, як наслідок, відсутністю суттєвих кліматичних коливань.

Висновки

1. У котів в м. Полтава хвороби печінки, ускладнені нефропатією, реєструються у 36 % випадків.

2. Нefропатією у котів супроводжується перебіг гострого холангіогепатиту (70,4 %), хронічного гепатиту (14 %) та гепатодистрофії (15,6 %).

3. Встановлено, що частота випадків діагностування хвороб печінки та нирок у котів у 2024 році збільшилась на 9,9 % порівняно з аналогічним показником у 2021 році.

4. У котів віком від одного до п'яти років нефропатією ускладнюються гострі та хронічні запальні хвороби печінки, у котів старших вікових груп більшу частку (71,1 %) складає гепатодистрофія.

Конфлікт інтересів

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

References

- Holzhauser, M., Hardenberg, C., Bartels, C. J. M., & Frankena, K. (2006). Herd- and cow-level prevalence of digital dermatitis in the Netherlands and associated risk factors. *Journal of Dairy Science*, 89 (2), 580–588. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72121-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72121-x)
- Holovakha, V. I., Mostovyi, E. V., Sliusarenko, A. O., Piddubnyak, O. V., Suslova, N. I., & Matsinovich, M. S. (2020). Macronutrient status and indicators of acid-alkaline blood balance in cats with chronic renal failure. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11 (2), 266–271. <https://doi.org/10.15421/022039>
- Lokes, P. I., Kravchenko, S. O., Hryshchuk, A. V., & Lokes-Krupka, T. P. (2014). Morphology of the liver and kidneys in hepatic-renal syndrome in dogs and cats. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 50–54. <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.01.13>
- Lokes-Krupka, T. P., Kanivets, N. S., Derenchuk, Yu. I., & Krylevets, Yu. V. (2018). The value of diet therapy for the treatment of domestic cats which have hepatitis. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 135–137. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.26>
- Ostrovskiy, O. Ya., & Slivinska, L. G. (2024). Diagnostic informativeness of biopsy for chronic kidney disease in cats. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26 (113), 3–8. <https://doi.org/10.32718/nvvet11301>
- Tsvilikhovskiy, M. I., & Lokes-Krupka, T. P. (2014). The enzyme activity in blood serum of domestic cats suffering from hepatolipidos during treatment. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 101–103. <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.03.20>
- Angelou, V., Fiska, A., Tsingotjidou, A., Patsikas, M., & Papazoglou, L. G. (2023). Surgical anatomy of the gastrointestinal tract in cats. *Animals*, 13 (16), 2670. <https://doi.org/10.3390/ani13162670>
- Aspinall, V. (2003). Anatomy and physiology of the dog and cat 1. The common body plan. *Veterinary Nursing Journal*, 18 (2), 63–69. <https://doi.org/10.1080/17415349.2003.11013218>
- Bradley, R., Tagkopoulos, I., Kim, M., Kokkinos, Y., Panagiotakos, T., Kennedy, J., De Meyer, G., Watson, P., & Elliott, J. (2019). Predicting early risk of chronic kidney disease in cats using routine clinical laboratory tests and machine learning. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33(6), 2644–2656. <https://doi.org/10.1111/jvim.15623>
- Brans, M., Daminet, S., Mortier, F., Duchateau, L., Lefebvre, H. P., & Paepe, D. (2020). Plasma symmetric dimethylarginine and creatinine concentrations and glomerular filtration rate in cats with normal and decreased renal function. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35 (1), 303–311. <https://doi.org/10.1111/jvim.15975>
- Ghys, L. F. E., Paepe, D., Lefebvre, H. P., Reynolds, B. S., Croubels, S., Meyer, E., Delanghe, J. R., & Daminet, S. (2016). Evaluation of cystatin c for the detection of chronic kidney disease in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30 (4), 1074–1082. <https://doi.org/10.1111/jvim.14256>
- Jaffey, J. A. (2022). Feline cholangitis/cholangiohepatitis complex. *Journal of Small Animal Practice*, 63 (8), 573–589. <https://doi.org/10.1111/jsap.13508>
- Kongtasai, T., Paepe, D., Meyer, E., Mortier, F., Marynissen, S., Stammeleer, L., Defauw, P., & Daminet, S. (2022). Renal biomarkers in cats: A review of the current status in chronic kidney disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 36 (2), 379–396. <https://doi.org/10.1111/jvim.16377>
- McGrath, A. P., Horschler, D. J., & Hancock, L. (2024). Feline cognition and the role of nutrition: An evolutionary perspective and historical review. *Animals*, 14 (13), 1967. <https://doi.org/10.3390/ani14131967>
- Morozenko, D. V., Kibkalo, D. V., & Kravchenko, N. O. (2024). Diagnosis of cholangiohepatitis in domestic cats. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 10, 127–133. <https://doi.org/10.31890/vtp.2024.10.11>
- Negasee, K. A. (2021). Hepatic diseases in canine and feline: A review. *Veterinary Medicine – Open Journal*, 6 (1), 22–31. <https://doi.org/10.17140/vmoj-6-155>
- Opsomer, H., Liesegang, A., Brugger, D., & Wichert, B. (2022). Growth curves and body condition of young cats and their relation to maternal body condition. *Animals*, 12 (11), 1373. <https://doi.org/10.3390/ani12111373>
- Piccione, G., Marafioti, S., Giannetto, C., Panzera, M., & Fazio, F. (2013). Daily rhythm of total activity pattern in domestic cats (*Felis silvestris catus*) maintained in two different housing conditions. *Journal of Veterinary Behavior*, 8 (4), 189–194. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2012.09.004>
- Piotti, P., Pierantoni, L., Albertini, M., & Pirrone, F. (2024). Inflammation and behavior changes in dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 54 (1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2023.08.006>
- Rojo Ríos, D., Ramírez Zarzosa, G., Soler Laguía, M., Kilroy, D., Martínez Gomariz, F., Sánchez Collado, C., Gil Cano, F., García García, M. I., Ayala Florenciano, M. D., & Arencibia Espinosa, A. (2023). Anatomical and three-dimensional study of the female feline abdominal and pelvic vascular system using dissections, computed tomography angiography and magnetic resonance angiography. *Veterinary Sciences*, 10 (12), 704. <https://doi.org/10.3390/vetsci10120704>
- Rondeau, M. P. (2009). Hepatitis and cholangiohepatitis. *Small Animal Critical Care Medicine*, 547–551. <https://doi.org/10.1016/b978-1-4160-2591-7.10126-2>
- Visinoni, L., & Dahan, J. (2023). Les cholangites chez le chat : démarche diagnostique et prise en charge. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire Canine & Féline*, 20 (84), 6–13. <https://doi.org/10.1051/npvcafe/2023032>
- Watson, P. (2025). Feline cholangitis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 55 (4), 627–646. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2025.03.001>

ORCID

- O. Delechuk  <https://orcid.org/0009-0004-1420-1310>
S. Kravchenko  <https://orcid.org/0000-0002-7420-9320>



2025 by the author(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.

Efficacy of lifetime coproovoscopy at laboratory diagnostics of the digestive tract nematodoses of chickens

V. Yevstafieva✉ | M. Koliaka | V. Melnychuk | N. Kanivets

Article info

Correspondence Author

V. Yevstafieva

E-mail:

evstva@ukr.netPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine

Citation: Yevstafieva, V., Koliaka, M., Melnychuk, V., & Kanivets, N. (2025). Efficacy of lifetime coproovoscopy at laboratory diagnostics of the digestive tract nematodoses of chickens. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 315–319. doi: 10.31210/spi2025.28.03.50

Gastrointestinal nematodoses of chickens are widespread invasion diseases that cause economic losses in the poultry farming industry. The most common nematodes include the species of *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum* and Capillariidae. These pathogens are characterized by high resistance of exogenous forms of parasites' development in the environment, which creates conditions for constant reinfestation of susceptible poultry. Therefore, timely lifetime diagnostics of these diseases by detecting nematode eggs using effective methods of coproovoscopy is relevant. The aim of the research was to establish the effectiveness of flotation methods for laboratory diagnostics of chicken heterakosis, ascariasis and capillariasis. It was shown by the conducted studies that the most effective was the Starodub's method (containing the mixture of sugar and calcium nitrate solutions), where with its use, depending on the exposure (5–15 min), from 19.56 to 49.33 heterakises eggs, from 17.78 to 43.11 ascaridae eggs, and from 12.89 to 27.56 capillaria eggs were revealed in 1 g of droppings. The Kotelnikov-Khrenov's method (with ammonium nitrate solution) and Dakhno's method (with bischofite) were less effective. The diagnostic effectiveness of the Kotelnikov-Khrenov's method turned out to be lower in heterakosis diagnostics with an exposure of 5 min by 31.85 %, 10 min – by 49.42 %, and 15 min – by 27.91 %; at ascariasis diagnostics with an exposure of 10 min – 44.93 %, 15 min – 23.71 %; at capillariasis diagnostics with an exposure of 10 min – 62.06 %, 15 min – 42.52 % compared to the obtained indicators when using the Starodub's method. The diagnostic effectiveness of the Dakhno's method turned out to be more effective in diagnosing nematodoses of chickens' digestive tract compared to the Kotelnikov-Khrenov's method and less effective compared to the Starodub's method at diagnosing heterakosis at an exposure of 10 min – by 23.53 %. It was determined that the highest values of the intensity of nematodose invasions were registered at an exposure of 15 min, regardless of the method of coproovoscopy. The obtained research results allow us to recommend the method using the mixture of sugar and calcium nitrate solutions as a floatant for the effective detection of heterakises, ascaridae and capillaria eggs in chickens.

Keywords: parasitology, chickens, heterakosis, capillariasis, ascariasis, coproovoscopy, flotation methods, effectiveness.

Ефективність зажиттєвої копровоскопії при лабораторній діагностиці нематодозів травного тракту курей

В. О. Євстаф'єва | М. А. Коляка | В. В. Мельничук | Н. С. Канівець

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Шлунково-кишкові нематодози курей є значно поширеними інвазійними захворюваннями, які призводять до економічних збитків у галузі птахівництва. До найбільш розповсюджених нематод відносять види *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, а також капілярій. Дані збудники характеризуються високою стійкістю екзогенних форм розвитку паразитів у довкіллі, що створює умови для постійного перезараження сприйнятливої птиці. Тому актуальним є своєчасне зажиттєве діагностування цих захворювань шляхом виявлення яєць нематод при застосуванні ефективних методів копровоскопії. Метою досліджень було встановити ефективність флотаційних методів лабораторної діагностики гетеракозу, аскаридіозу та капіляріозу курей. Проведеними дослідженнями встановлено, що найбільш ефективним виявився метод Стародуба (із суміші розчинів цукру та кальцієвої селітри), де за його використання виявлено у 1 г посліду залежно від експозиції (5–15 хв) від 19,56 до 49,33 яєць гетеракісів, від 17,78 до 43,11 яєць аскарид, від 12,89 до 27,56 яєць капілярій. Менш ефективними виявилися методи Котельникова-Хренова (із розчином аміачної селітри) та Дахна (з бішофітом). Діагностична ефективність методу Котельникова-Хренова виявилася нижчою при діагностиці гетеракозу за експозиції 5 хв на 31,85 %, 10 хв – 49,42 %, 15 хв – 27,91 %; при діагностиці аскаридіозу за експозиції 10 хв – 44,93 %, 15 хв – 23,71 %; при діагностиці капіляріозу за експозиції 10 хв – 62,06 %, 15 хв – 42,52 % порівняно з показниками, отриманими при використанні методу Стародуба. Діагностична ефективність методу Дахна виявилася більш ефективною при діагностиці нематодозів травного тракту курей порівняно з методом Котельникова-Хренова і менш ефективним порівняно з методом Стародуба при діагностиці гетеракозу за експозиції 10 хв – на 23,53 %. Визначено, що найбільші значення показників інтенсивності нематодозних інвазій встановлено за експозиції 15 хв незалежно від способу копровоскопії. Отримані результати досліджень дозволяють рекомендувати метод із використанням якості флотанту суміші розчинів цукру та кальцієвої селітри для ефективного виявлення яєць гетеракісів, аскарид та капілярій у курей.

Ключові слова: паразитологія, кури, гетеракоз, капіляріоз, аскаридіоз, копровоскопія, методи флотації, ефективність.

Бібліографічний опис для цитування: Євстаф'єва В. О., Коляка М. А., Мельничук В. В., Канівець Н. С. Ефективність зажиттєвої копровоскопії при лабораторній діагностиці нематодозів травного тракту курей. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 315–319.

Вступ

Відомо, що одним із важливих факторів, які впливають на добробут і ефективність ведення галузі птахівництва є наявність паразитарних захворювань, зокрема нематодозів травного тракту. Внаслідок їх паразитування, у хворих курей знижуються виробничі показники через зниження темпів росту або втрати ваги, зниження несучості та якості отриманих яєць, коефіцієнту конверсії корму, а також у тяжких випадках – загибель [1–4]. Також, нематодози травного тракту негативно впливають на організм хазяїна, де виникають запальні процеси в кишечнику, загальна інтоксикація, зниження імунної відповіді та підвищена сприйнятливість до інших захворювань [5–9].

Наукова література свідчить, що поширення гельмінтозів травного тракту курей у більшості країн світу може сягати 79,4 %, коливаючись у різних регіонах від 4 до 100 %. На показники інвазованості птиці гельмінтами впливає значна кількість факторів, таких як: кліматичні або екологічні умови, сезонна динаміка, умови утримання, вікова динаміка, кількість та наявність резервуарних хазяїв, проведення профілактичних заходів, а також ефективність використаних методів лабораторної копроовоскопічної діагностики [10, 11]. Причому, найбільш ураженими гельмінтами виявилися господарства, де використовують підлоговий спосіб утримання [12–14]. Крім того, висока стійкість екзогенних форм розвитку паразитів у довкіллі, створює умови для постійного перезараження сприйнятливої птиці, особливо у регіонах з тропічним кліматом, де достатня вологість і температура навколишнього середовища є найважливішими сприйнятливими факторами для розвитку паразитів [15, 16]. Окрім цього, застосування антигельмінтних засобів було заборонено в системах органічного виробництва у Європі, що ще більше сприяє поширенню гельмінтозів [17].

Доведено, що одними з найбільш розповсюджених нематодозів травного тракту курей є збудники аскаридіозу, гетеракозу та капіляріозу. Зокрема, у світі, згідно проведеного аналізу літературних даних авторами, нематодами *A. galli* інвазовано 35,7 % курей, *H. gallinarum* – 29,5%, капілярідами – 5,90 %. Причому середні коливання екстенсивності цих нематодозних інвазій коливаються в межах від 0,30 до 100 % [18]. На Півдні Гани при дослідженні курей у господарствах з підлоговою технологією утримання курей нематоди *A. galli* виявилися найбільш поширеними, де ЕІ становила 32,5 %. Інвазованість птахів *H. gallinarum* та *Capillaria* spp. становила 19,0 та 14,5 % відповідно [19]. В умовах ферм на території Вашингтону інвазованість курей *A. galli* становила 69 %, *H. gallinarum* – 52 %, *Capillaria* spp. – 39 %. Також, авторами з'ясовано, що 85,0 % курей були уражені двома або більше видів паразитів [20].

Тому актуальним є своєчасне зажиттєве діагностування цих захворювань шляхом виявлення яєць нематод при застосуванні ефективних методів копроовоскопії.

Мета дослідження

Метою досліджень було встановити ефективність флотаційних методів лабораторної діагностики гетеракозу, аскаридіозу та капіляріозу курей.

Матеріали і методи

Дослідження проводили впродовж 2025 р. на базі лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету та в умовах приватних птахогосподарств Полтавської області з підлоговою технологією утримання курей неблагополучних щодо аскаридіозу, гетеракозу та капіляріозу.

Гельмінтоовоскопію проб одночасно проводили трьома різними методами: Котельникова-Хренова (з використанням розчину аміачної селітри), Дахно (з використанням бішофіту) [21], Стародуба (з використанням суміші розчинів цукру і кальцієвої селітри) [22].

Основними показниками ураження курей паразитами були інтенсивність інвазії (ІІ, яєць/г). Всього копроовоскопічно досліджено 243 копропроби (по 9 зразків кожним методом та експозицією).

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL» шляхом визначення середнього арифметичного (М), стандартного відхилення (SD) та рівня вірогідності (Р) за допомогою методики однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера.

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, всі випробувані методи копроовоскопії дозволяли виявити яйця гетеркісів (*рис. 1*), аскаридій (*рис. 2*) та капілярій (*рис. 3*).



Рис. 1. Яйце гетеркісів, виявлене при копроовоскопічному дослідженні курей із застосуванням випробуваних методів (× 400)



Рис. 2. Яйце аскаридії, виявлене при копроскопічному дослідженні курей із застосуванням випробуваних методів ($\times 400$)



Рис. 3. Яйце капілярії, виявлене при копроскопічному дослідженні курей із застосуванням випробуваних методів ($\times 800$)

Водночас, за показниками інтенсивності інвазії найбільш ефективним виявився метод Стародуба, де було виявлено при діагностиці гетеракозу за експозиції 5 хв – $19,56 \pm 3,09$ яєць/г, 10 хв – $37,78 \pm 3,89$ яєць/г, 15 хв – $49,33 \pm 6,11$ яєць/г; при діагностиці аскаридіозу за експозиції 5 хв – $17,78 \pm 2,91$ яєць/г, 10 хв – $30,67 \pm 2,49$ яєць/г, 15 хв – $43,11 \pm 4,80$ яєць/г; при діагностиці капіляріозу за експозиції 5 хв – $12,89 \pm 1,74$ яєць/г, 10 хв – $17,78 \pm 2,50$ яєць/г, 15 хв – $27,56 \pm 2,78$ яєць/г. Водночас, метод Котельникова-Хренова та Дахна,

отриманими при використанні методу Стародуба. Так, при діагностиці гетеракозу показники П при його використанні за експозиції 5 хв виявилися вищими на 31,85 % ($13,33 \pm 3,40$ яєць/г, $P < 0,05$), 10 хв – на 49,42 % ($19,11 \pm 2,96$ яєць/г, $P < 0,01$), 15 хв – на 27,91 % ($35,56 \pm 4,44$ яєць/г, $P < 0,05$) порівняно із методом Котельникова-Хренова; за експозиції 5 хв – на 15,95 % ($16,44 \pm 2,78$ яєць/г), 10 хв – на 23,53 % ($28,89 \pm 3,93$ яєць/г, $P < 0,05$), 15 хв – на 8,11 % ($45,33 \pm 2,83$ яєць/г) порівняно із методом Дахна (рис. 4).

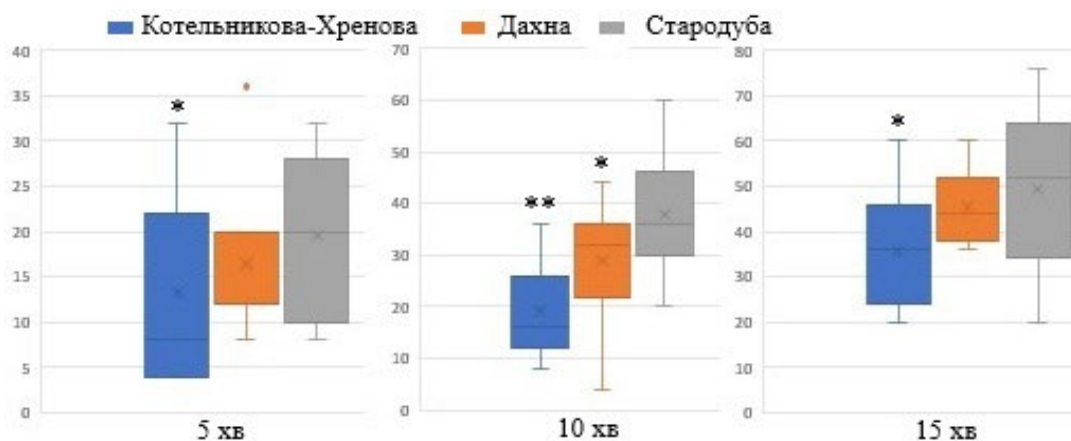


Рис. 4. Показники інтенсивності гетеракозної інвазії (П, яєць/г) курей при використанні випробуваних методів
Примітки: – * $P < 0,015$, ** $P < 0,01$ – порівняно з методом Стародуба ($n=9$)

Під час діагностики аскаридіозу показники П при використанні методу Стародуба за експозиції 5 хв виявилися вищими на 34,98 % ($11,56 \pm 2,94$ яєць/г), 10 хв – на 44,93 % ($16,89 \pm 2,81$ яєць/г, $P < 0,01$), 15 хв – на 23,71 % ($32,89 \pm 3,70$ яєць/г, $P < 0,05$) порівняно із методом Котельникова-Хренова; за експозиції 5 хв – на 12,49 % ($15,56 \pm 3,01$ яєць/г), 10 хв – на 11,61 % ($27,11 \pm 4,26$ яєць/г), 15 хв – на 10,29 % ($38,67 \pm 2,67$ яєць/г) порівняно із методом Дахна (рис. 5).

При діагностиці капіляріозу показники П при використанні методу Стародуба за експозиції 5 хв виявилися вищими на 62,06 % ($4,89 \pm 0,59$ яєць/г, $P < 0,001$), 10 хв – на 42,52 % ($10,22 \pm 2,22$ яєць/г, $P < 0,05$), 15 хв – на 20,97 % ($21,78 \pm 3,41$ яєць/г) порівняно із методом Котельникова-Хренова; за експозиції 5 хв – на 27,62 % ($9,33 \pm 1,63$ яєць/г), 10 хв – на 22,49 % ($13,78 \pm 3,34$ яєць/г), 15 хв – на 9,69 % ($24,89 \pm 2,29$ яєць/г) порівняно із методом Дахна (рис. 6).

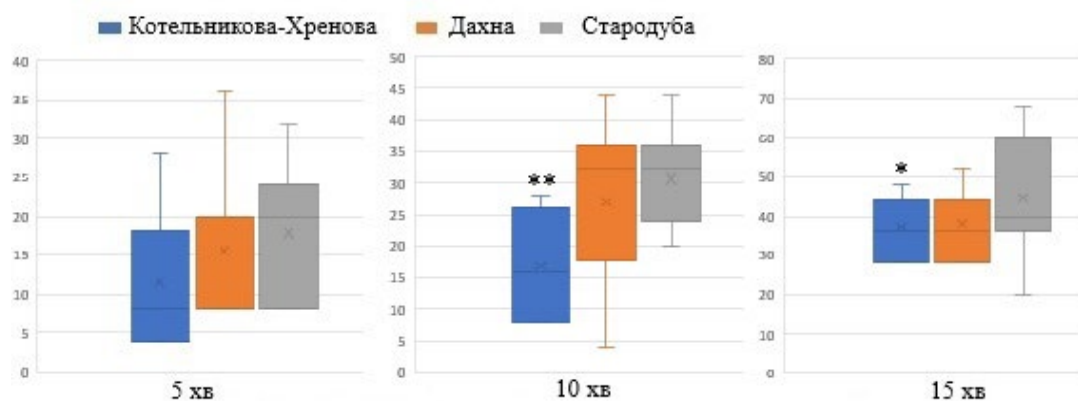


Рис. 5. Показники інтенсивності аскаридіозної інвазії (II, яєць/г) курей при використанні випробуваних методів
Примітки: – * $P<0,05$, ** $P<0,01$ – порівняно з методом Стародуба ($n=9$)

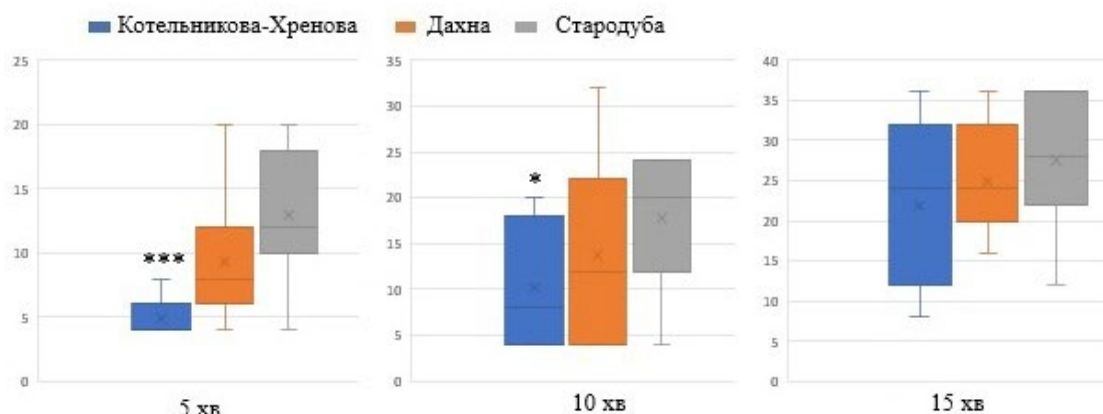


Рис. 6. Показники інтенсивності капіляріозної інвазії (II, яєць/г) курей при використанні випробуваних методів
Примітки: – * $P<0,05$, *** $P<0,001$ – порівняно з методом Стародуба ($n=9$)

Світова література свідчить про актуальність вивчення особливостей зажиттєвої лабораторної діагностики нематодозів травного тракту, а саме гетеракозу, аскаридіозу і капіляріозу серед курей у зв'язку з їх широким розповсюдженням у господарствах з підлоговою технологією утримання [10–14]. Тому, нами було випробувано діагностичну ефективність відомих флотаційних методів копроовоскопії за гетеракозу, аскаридіозу та капіляріозу курей. Проведеними дослідженнями встановлено, що найбільш ефективним виявився метод Стародуба (комбінація розчинів цукру та кальцієвої селітри), де залежно від експозиції (5–15 хв) II коливалася в межах 19,56–49,33 яєць гетеракісів, 17,78–43,11 яєць аскаридій, 12,89–27,56 яєць капілярій. Менш ефективним виявився метод Котельникова-Хренова (із розчином аміачної селітри), де його діагностична ефективність при діагностиці гетеракозу була нижчою на 31,85 % (5 хв), 49,42 % (10 хв), 27,91 % (15 хв); при діагностиці аскаридіозу – на 44,93 % (10 хв), 23,71 % (15 хв); при діагностиці капіляріозу – на 62,06 % (10 хв), 42,52 % (15 хв). Діагностична ефективність методу Дахна виявилася більш ефективною при діагностиці нематодозів травного тракту курей порівняно з методом Котельникова-Хренова і менш ефективною порівняно з методом Стародуба при діагностиці гетеракозу – на 23,53 % (10 хв).

Схожі дані було отримано й іншими авторами, де високу ефективність методу Стародуба із використанням в якості флотанту суміші цукру та кальцієвої селітри було виявлено при діагностиці гетеракозу курей, де його чутливість була вищою, ніж методи Котельникова-Хренова (до 67,79 %, $P<0,001$), Дахна (до 51,64 %, $P<0,001$), Натяглої (до 23,74 %, $P<0,001$) [23]. Також, авторами доведено високу чутливість даного методу при лабораторній діагностиці трихостронгільозу гусей, де показники II виявилися вищими порівняно з використанням методів Котельникова-Хренова ($P<0,05$... $P<0,001$), Маллорі ($P<0,05$... $P<0,001$) та Мельничука ($P<0,05$) [24].

Отримані результати досліджень дозволяють рекомендувати метод із використанням в якості флотанту суміші розчинів цукру та кальцієвої селітри для ефективного виявлення яєць гетеракісів, аскаридій та капілярій у курей.

Висновки

Експериментальними дослідженнями доведено, що найбільш ефективним копроовоскопічним флотаційним методом лабораторної діагностики гетеракозу, аскаридіозу та капіляріозу курей є метод Стародуба із використанням в якості флотанту суміші розчинів цукру та кальцієвої селітри, де найвищі значення отримано за експозиції 15 хв – 49,33 яєць гетеракісів / г, 43,11 яєць

аскаридій / г, 27,56 яєць капілярій / г. Його чутливість виявилася вищою порівняно з методом Котельникова-Хренова за гетеракозу курей на 27,91–49,42 % ($P < 0,05 \dots P < 0,01$), за аскаридіозу – на 23,71–44,93 % ($P < 0,05 \dots P < 0,01$), за капіляріозу – на 42,52–62,06 % ($P < 0,05 \dots P < 0,001$); порівняно з методом Дахна за гетеракозу курей – на 23,53 % ($P < 0,05$).

Конфлікт інтересів

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

References

1. Daş, G., Kaufmann, F., Abel, H., & Gauly, M. (2010). Effect of extra dietary lysine in *Ascaridia galli*-infected grower layers. *Veterinary Parasitology*, 170 (3–4), 238–243. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.02.026>
2. Dube, S., Zindi, P., Mbanga, J., & Dube, C. (2010). A Study of Scavenging poultry gastrointestinal and ecto-parasites in rural areas of Matebeleland province, Zimbabwe. *International Journal of Poultry Science*, 9, 911–915. <https://doi.org/10.3923/ijps.2010.911.915>
3. Sreedevi, C., Jyothisree, Ch., Rama Devi, V., Annapurna, P., & Jeyabal, L. (2014). Seasonal prevalence of gastrointestinal parasites in desi fowl (*Gallus gallus domesticus*) in and around Gannavaram, Andhra Pradesh. *Journal of Parasitic Diseases*, 40 (3), 656–661. <https://doi.org/10.1007/s12639-014-0553-0>
4. Rufai, M. A., & Jato, A. O. (2017). Assessing the prevalence of gastrointestinal tract parasites of poultry and their environmental risk factors in poultry in Iwo, Osun State Nigeria. *Ife Journal of Science*, 19 (1), 7–13. <https://doi.org/10.4314/ijfs.v19i1.2>
5. Eigaard, N. M., Schou, T. W., Permin, A., Christensen, J. P., Ekstrøm, C. T., Ambrosini, F., Cianci, D., & Bisgaard, M. (2006). Infection and excretion of *Salmonella enteritidis* in two different chicken lines with concurrent *Ascaridia galli* infection. *Avian Pathology*, 35 (6), 487–493. <https://doi.org/10.1080/03079450601071696>
6. Permin, A., Christensen, J. P., & Bisgaard, M. (2006). Consequences of concurrent *Ascaridia galli* and *Escherichia coli* infections in chickens. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 47 (1), 43–54. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-47-43>
7. Sharma, N., Hunt, P. W., Hine, B. C., & Ruhnke, I. (2019). The impacts of *Ascaridia galli* on performance, health, and immune responses of laying hens: new insights into an old problem. *Poultry Science*, 98 (12), 6517–6526. <https://doi.org/10.3382/ps/pez422>
8. Pleidrup, J., Dalgaard, T. S., Norup, L. R., Permin, A., Schou, T. W., Skovgaard, K., Vadekær, D. F., Jungersen, G., Sørensen, P., & Juul-Madsen, H. R. (2014). *Ascaridia galli* infection influences the development of both humoral and cell-mediated immunity after Newcastle Disease vaccination in chickens. *Vaccine*, 32 (3), 383–392. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2013.11.034>
9. Dalgaard, T. S., Skovgaard, K., Norup, L. R., Pleidrup, J., Permin, A., Schou, T. W., Vadekær, D. F., Jungersen, G., & Juul-Madsen, H. R. (2015). Immune gene expression in the spleen of chickens experimentally infected with *Ascaridia galli*. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 164 (1–2), 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2015.01.003>
10. Shifaw, A., Feyera, T., Walkden-Brown, S. W., Sharpe, B., Elliott, T., & Ruhnke, I. (2021). Global and regional prevalence of helminth infection in chickens over time: a systematic review and meta-analysis. *Poultry Science*, 100 (5), 101082. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101082>
11. Abdullah, S. H. (2013). Ecto and endo parasites prevalence in domestic chickens in Sulaimani Region. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*, 37 (2), 149–155. <https://doi.org/10.30539/iraqijvm.v37i2.275>
12. Jansson, D. S., Nyman, A., Vågsholm, I., Christensson, D., Göransson, M., Fossum, O., & Höglund, J. (2010). Ascarid infections in laying hens kept in different housing systems. *Avian Pathology*, 39 (6), 525–532. <https://doi.org/10.1080/03079457.2010.527923>
13. Thapa, S., Hinrichsen, L. K., Brenninkmeyer, C., Gunnarsson, S., Heerkens, J. L. T., Verwer, C., Niebuhr, K., Willett, A., Grilli, G., Thamsborg, S. M., Sørensen, Jan. T., & Mejer, H. (2015). Prevalence and magnitude of helminth infections in organic laying hens (*Gallus gallus domesticus*) across Europe. *Veterinary Parasitology*, 214 (1–2), 118–124. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.10.009>
14. Korchan, L., & Zamazyi, A. (2021). Distribution of nematodoses of poultry in farms of Poltava region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 23 (102), 3–7. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10201>
15. Ben, S. B. (2014). Prevalence of the gastro-intestinal parasites of domestic chicken *Gallus domesticus* Linnaeus, 1758 in Tunisia according to the agro-ecological zones. *Journal of Parasitic Diseases*, 40 (3), 774–778. <https://doi.org/10.1007/s12639-014-0577-5>
16. Wuthijaree, K., Lambertz, C., Vearasilp, T., Anusatsananun, V., & Gauly, M. (2019). Prevalence of gastrointestinal helminths in Thai indigenous chickens raised under backyard conditions in Northern Thailand. *Journal of Applied Poultry Research*, 28 (1), 221–229. <https://doi.org/10.3382/japr/pfy062>
17. Kaufmann, F., Daş, G., Preisinger, R., Schmutz, M., König, S., & Gauly, M. (2011). Genetic resistance to natural helminth infections in two chicken layer lines. *Veterinary Parasitology*, 176 (2–3), 250–257. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.11.007>
18. Nzassi, P., Pendy, N., Nguema, L., Lendzele, S., Bangueboussa, F., Bouchedi, B., Maganga, G., & Boundenga, L. (2024). Prevalence of gastrointestinal parasites in chickens (*Gallus gallus domesticus*) and associated risk factors in M'passa department, Southeast Gabon. *Open Veterinary Journal*, 14 (12), 3232. <https://doi.org/10.5455/ovj.2024.v14.i12>
19. Asumang, P., Akoto Delali, J., Wiafe, F., Kamil, Z., Iddrisu Balali, G., Afua Dela Gobe, V., Nketiah Siaw, W., & Pinamang, G. (2019). Prevalence of gastrointestinal parasites in local and exotic breeds of chickens in Pankrono-Kumasi, Ghana. *Journal of Parasitology Research*, 2019, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2019/5746515>
20. Cornell, K. A., Smith, O. M., Crespo, R., Jones, M. S., Crossley, M. S., Snyder, W. E., & Owen, J. P. (2022). Prevalence patterns for enteric parasites of chickens managed in open environments of the Western United States. *Avian Diseases*, 66 (1), 60–68. <https://doi.org/10.1637/21-00079>
21. Dakhno, I. S., & Dakhno, Yu. I. (2010). *Ekolohichna helmintologhiia*. Sumy: Kozatskyi val [in Ukrainian]
22. Starodub, Ye. S., Yevstafieva, V. O., & Melnychuk, V. V. (2003). Patent № 134930 UA. *Sposib zazhyttievoi koproovoskopichnoi diahnozyky trykhostronhilozu husei*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1364451/> [in Ukrainian]
23. Omelchenko, O., & Derkach, I. (2024). Diagnostic efficiency of modern parasitology methods of coproscopy for heteracosis of chicken. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 112–117. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.19>
24. Starodub, Y. S. (2019). Improving coproscopic diagnostics of trichostrongylosis of geese. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 222–226. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.26>

ORCID

- V. Yevstafieva  <https://orcid.org/0000-0003-4809-2584>
M. Koliaka  <https://orcid.org/0009-0000-8552-8338>
V. Melnychuk  <https://orcid.org/0000-0003-1927-1065>
N. Kanivets  <https://orcid.org/0000-0001-9520-2999>



2025 by the author(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.

The effect of bisphenol on blood parameters and reproductive physiology status in male local breed rabbits

A. J. Al-Nuaimi¹✉ | Z. S. Mahdi¹ | T. S. Rahi² | N. A. A. Imams¹ | M. N. Jawad³

Article info

Correspondence Author

A. J. Al-Nuaimi

E-mail:

ali.j@uokerbala.edu.iq

¹ College of Veterinary Medicine, University of Kerbala, Kerbala, 56001, Iraq

² College of Agriculture, University of Kerbala, Kerbala, 56001, Iraq

³ University of Kerbala, Kerbala, 56001, Iraq

Citation: Al-Nuaimi, A. J., Mahdi, Z. S., Rahi, T. S., Imams, N. A. A., & Jawad, M. N. (2025). The effect of bisphenol on blood parameters and reproductive physiology status in male local breed rabbits. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 320–323. doi: 10.31210/spi2025.28.03.51

One of the most widely produced chemicals worldwide, bisphenol A is used in food and beverage packaging, water bottles, and dental sealants. Bisphenol A has become a possible hazard to many organisms, including public health, as a result of its widespread use. This research is aimed at showing the effect of bisphenol A on some hematological and reproductive parameters in male rabbits. The experiment was conducted from March 1, 2024, to May 2, 2025 at the University of Kerbala, the Faculty of Veterinary Medicine. The rabbits used in the experiment were housed in special cages. Twenty local breed rabbits were used, split into two groups. Every animal had been examined to ensure there were no injuries or anomalies before the experiment started. Ten rabbits in the control group (G1), were given tap water and pellets only, while group 2 (G2) was treated with bisphenol A (1 ml/kg) and additionally administered orally with water and pellets. The data from the experiment was analyzed using the SAS. In the second experiment, a one-way ANOVA was used, and the least significant differences (LSD) were utilized to ascertain whether the group indicators differed significantly. The results have shown that there are no significant differences in erythrocyte count between group 1 (C) and group 2 (T) after being treated with bisphenol A, while a significant decrease in hematological parameters such as leukocytes to 3.92 in the group treated with bisphenol suggested that bisphenol A has immunosuppressant action, also significant decrease in packed cell volume to 39.9 and hemoglobin concentration to 11.84 indicate that bisphenol A causes anemia. On the other hand, the reproductive hormones concentration shows that there is significant decrease in testosterone to 0.45 and estradiol 21.5 and indicate that bisphenol A cause hypogonadism in male rabbits. Thus, we see that bisphenol A has a negative effect on blood formation by significantly decreasing the packed cell volume ratio, hemoglobin concentration, white blood cells count and reproductive hormones (estrogen and testosterone concentrations) so it has a negative effect on rabbits' health.

Keywords: bisphenol A, blood parameters, testosterone, estrogen.

Вплив бісфенолу на гематологічні показники та концентрацію репродуктивних гормонів у самців кролів місцевих порід

А. Дж. Аль-Нуаймі¹ | З. С. Махді¹ | Т. С. Рахі² | Н. А. А. Імамз¹ | М. Н. Джавад³

¹ Коледж ветеринарної медицини, Університет Кербели, м. Кербела, Ірак

² Коледж сільського господарства, Університет Кербели, м. Кербела, Ірак

³ Університет Кербели, м. Кербела, Ірак

Бісфенол А – одна з найбільш вживаних хімічних речовин у світі, що входить до складу багатьох матеріалів. Її використовують у виробництві пакувань для продуктів харчування і напоїв, пляшок для води та, навіть, у стоматологічних герметиках. Як наслідок надмірного застосування Бісфенолу А у різних сферах, ця хімічна речовина наразі становить потенційну небезпеку для живих організмів, у тому числі людей. Здійсненим дослідженням колектив авторів мав на меті висвітлити на широкий загал результати впливу бісфенолу А на окремі гематологічні показники та репродуктивні гормони самців кролів. Експеримент проводився з 1 березня 2024 року по 2 травня 2025 року в Університеті Кербели, на факультеті ветеринарної медицини. Кролики, що використовувалися в експерименті, утримувалися в спеціальних клітках. Для досліді було задіяно двадцять кролів місцевих порід, яких розділили на 2 групи. Перша група кролів – G1 (n=10) – отримувала комбікорми і водопровідну воду та використовувалася, як контрольна. Друга група – G2 (n=10) – кролі цієї групи, окрім комбікорму та води, отримували бісфенол А. Дослідженнями встановлено, що внаслідок застосування кролям бісфенолу А відбулися певні зрушення в кровоносному руслі кролів. Зокрема, зафіксовано вірогідне ($P<0,05$) зниження кількості лейкоцитів (на 40,9 %), що свідчить про імуносупресивну дію бісфенолу А; вірогідне ($P<0,05$) зниження відсотка еритроцитів відносно загальної кількості крові (7,9 %) та вмісту гемоглобіну (на 13,8 %), що вказує на здатність бісфенолу А викликати анемію. Одночасно в сироватці крові дослідних кролів зафіксовано вірогідне ($P<0,05$) зниження концентрації репродуктивних гормонів – рівня естрогену (на 61,3 %) та тестостерону (на 76,4 %) відносно аналогічних показників у кролів контрольної групи. Зниження у сироватці крові кролів рівнів естрадіолу та тестостерону вказує на те, що бісфенол А викликає гіпогонадізм у самців кролів.

Ключові слова: бісфенол А, показники крові, тестостерон, естроген.

Бібліографічний опис для цитування: Аль-Нуаймі А. Дж., Махді З. С., Рахі Т. С., Імамз Н. А. А., Джавад М. Н. Вплив бісфенолу на гематологічні показники та концентрацію репродуктивних гормонів у самців кролів місцевих порід. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 320–323.

Introduction

Bisphenol A (BPA), known as 2,2-bis (hydroxyphenyl), is plastic made using monomer and polycarbonate plastic. Recently, epoxy was removed from the list of drugs that disrupt hormones. This is due to its estrogenic effect (endocrine disrupting substances) [1]. Thomas Zinck of Marburg University in Germany used this compound by hand. Polycarbonate plastics and epoxy packaging for food boxes have been manufactured since 1950 [2]. When the British (Edward Carls-Doose) experimented using bisphenol as a synthetic estrogen at the start of the 1930s, they discovered that it had a 37,000-fold greater effect than estradiol, the active biologic form of estrogen. He found that bisphenol is not a drug, and in 1997, the negative effects of bisphenol at low concentrations were investigated in laboratory conditions on animals [3].

Many of the health effects of bisphenol were initially discovered accidentally. For example, in 1993, it was found that bisphenol leaches from polycarbonate flasks into the autoclave, which causes breast cancer cells to spread [4]. Condensing phenol with acetone produces bisphenol [5]. According to Zielińska et al. (2019) [6], it has a high melting point, low vapor pressure, moderate solubility, and evaporation ability. Less than 1 % of BPA is found in the ocean, where it is photooxidized and degraded. Additionally, it has a moderate capacity for rapid accumulation [7]. Moreover, it is found in the ocean alongside with suspended solids and has a moderate propensity to accumulate life [8]. Because of its relative alpha and beta binding strengths, BPA is a weak peripheral estrogen [9].

As it is known from the recent research, bisphenol can activate certain cellular reactions even at low concentrations, and in certain situations, bisphenol's estradiol equivalent [10]. Bisphenol's capacity to bind to estrogen receptors is responsible for some of its effects [11]. Targets have been proposed for a number of cell sites [12]. Additionally, it was supposed that certain metabolites of bisphenol may be more estrogenic than the original bisphenol [13]. Staples et al. (2002) verified that, actually, bisphenol and estrogen are similar. It should be remembered that a newborn baby's liver produces high amounts of alpha-fetoprotein when thinking about the effects of exposure to bisphenol after birth. It is the most significant plasma protein linked to estrogen in rodent development [14].

The aim of the study

The aim of this research is to study the effect of bisphenol on some hematological parameters and male sex hormones in male rabbits

Materials and methods

From March 1, 2024 to May 2, 2025, the experiment was carried out at the University of Kerbala, the Faculty

of Veterinary Medicine. where the rabbits used in the experiment were housed in special cages.

Twenty rabbits were split into two groups.

Group 1 (C) consisted of ten rabbits receiving water and pellets was the control group.

Group 2 (T) consisted of ten rabbits receiving bisphenol A (1 milliliter per kilogram) for 40 days.

All animals were kept under suitable conditions.

Immunizations and preventive examinations.

Before the experiment began, every animal had been inspected to make sure there were no wounds or abnormalities. To prevent internal and external worms, the animals were given prophylactic doses of anti-helminthic preparations of Albendazole 3 % (administered internally) and Ivermectin 0.1 ml/rabbit (administered subcutaneously). To prevent coccidiosis, they received Amprolium for four days at a dose of 0.6 milliliters per liter of drinking water.

Blood tests.

At the beginning and end of the experiment, five milliliters of blood were extracted directly from the heart of each experimental animal. Blood parameters were measured in anticoagulant tubes, and male sex hormones were measured in gel tubes.

Complete blood count (CBC).

Following the collection and insertion of a blood sample into the Urit-2900 apparatus, the measurement was performed automatically (RBCs, WBCs, PCV and Hb).

Testosterone and estradiol.

The measurement was carried out automatically after the serum sample was collected and put into the Abbott i-1000 apparatus.

Statistical analysis.

The SAS (Statistical Analysis System, version 9.1) was used to analyze the experiment's data. For experiment two, a one-way ANOVA was used, and the least significant differences (LSD) were used to determine whether there were any significant differences between the group values. $P < 0.05$ was deemed statistically significant, and the results were presented as mean $\pm$ standard errors.

Results and discussion

The findings were gathered to determine how bisphenol A affected the local breed rabbits' hematological parameters (RBCs, WBCs, PCV and Hb) as well as testosterone and estradiol reproductive hormones.

Table 1 shows that there are no significant differences in erythrocyte count between group 1 (C) and group 2 (T) after treatment with bisphenol A.

Table 1

The effect of bisphenol A on the rabbits' hematological parameters and reproductive hormones, Mean $\pm$ SE (N = 20)

Parameters	Control group, G1	Bisphenol A, G2	LSD values
RBCs, $10^6/\text{mm}^3$	6.57 $\pm$ 0.35 A	5.98 $\pm$ 0.36 A	1.15
WBCs, $10^3/\text{mm}^3$	6.63 $\pm$ 0.98 A	3.92 $\pm$ 0.52 B	2.5
Hb, g/dl	13.74 $\pm$ 0.50 A	11.84 $\pm$ 0.25 B	1.27
PCV, %	43.34 $\pm$ 0.95 A	39.9 $\pm$ 0.49 B	2.26
Estradiol, pg/ml	55.6 $\pm$ 4.50 A	21.5 $\pm$ 8.80 B	13.4
Testosterone, ng/ml	1.91 $\pm$ 0.03 A	0.45 $\pm$ 0.04 B	0.5

Note: RBCs – red blood cells; WBCs – white blood cells; Hb – hemoglobin; PCV – packed cell volume; different letters in the table indicate statistically significant differences between the groups ($P < 0.05$).

A significant decrease in hematological parameters, such as leukocytes, in the treated group with bisphenol suggested that bisphenol has immunosuppressant properties. Additionally, a significant decrease in packed cell volume (by 39.9 %) and hemoglobin concentration (by 11.84 %) indicates that bisphenol may cause anemia.

On the other hand, the reproductive hormone concentrations show a significant decrease in testosterone (0.45) and estradiol (21.5), indicating that bisphenol causes hypogonadism in male rabbits.

One of the most widely produced chemicals worldwide, bisphenol A (BPA) is widely used in food and beverage packaging, water bottles, and dental sealants. BPA is now a possible hazard to many organisms, including public health, as a result of its widespread use. As the most prevalent cell type in the blood, erythrocytes play a crucial role in vital physiological processes like oxygen transportation. Since the blood contains a large number of xenobiotics, these substances may have an impact on red blood cells [15].

According to the current study, BPA negatively affected hemoglobin parameters. Likewise, BPA caused free radicals to form in the membrane of the red blood cells [16]. Because of its lipophilic nature, BPA may be cytotoxic to red blood cells. BPA has the potential to attach itself to hemoglobin's iron and cause it to separate from hemoglobin. Free iron may then promote lipid peroxidation. Furthermore, RBC damage from free radical formation and peroxidation may reduce their lifespan and result in early hemolysis [17].

BPA and other phenolic compounds oxidize iron in the heme molecule by generating superoxide radicals, which results in methemoglobin conversion [18]. The circulation quickly expels erythrocytes that contain methemoglobin [19]. Erythropoiesis disruption and/or increased red blood cell destruction have been demonstrated to be potential causes of the erythrocyte count decline [20]. In an in vitro study, human erythrocytes showed 96.20 % hemolysis at a dose of 150 $\mu\text{g}/\text{ml}$ BPA [21]. BPA also causes oxidative damage in the bone marrow [22]. RBC destruction brought on by hemolysis and/or erythropoiesis disruption could account for the negative effects of BPA on hematologic parameters in our investigation.

According to Hananeh et al. (2021) [23], the decrease in WBC may have been brought on by the negative effects of microplastic accumulation, which damaged the body's hematopoietic system due to an increase in free radical

production, thereby impairing the immune system's ability to function normally.

The testosterone level in the bisphenol A-intoxicated group was lower than that of the control group in the current study, in accordance with the findings of [24]. It was expected because bisphenol A has a corresponding cytotoxic effect on Leydig cells, which lower testosterone production.

Serum testosterone levels decreased less noticeably as BPA concentrations increased, despite a dose-dependent trend in CYP11A1 and StAR expression in this investigation. The complex process of testosterone synthesis includes the expression of steroidogenic enzymes such as CYP11A1 and StAR, as well as feedback mechanisms within the HPG axis.

Spörndly-Nees, [25] state that while lower doses of BPA may activate estrogenic pathways and initially stimulate testosterone synthesis, higher doses may disrupt the normal functioning of the HPG axis and lead to less testosterone production. Through its binding to estrogen receptors, BPA may have estrogenic effects that interfere with the regular feedback loops that regulate the release of gonadotropins such as LH and FSH. The interference may result in a dysregulated hormonal environment, which could explain the less obvious decline in testosterone levels, despite the obvious downregulation of key steroidogenic enzymes.

The potential for BPA-induced inflammation and oxidative stress also affect the expression of enzymes involved in testosterone synthesis and further complicate the relationship between BPA exposure and serum testosterone levels. Thus, this study demonstrated that at low BPA concentrations, E2 levels were higher than those of the control group, confirming the estrogenic effects of BPA [26]. As BPA shares structural similarities with estrogen, it can bind to estrogen receptors, activating estrogen response elements in cells and influencing cell growth, differentiation, and functioning (Wang et al., 2017) [27].

Conclusions

According to our findings, bisphenol A has a detrimental impact on blood formation by considerably lowering hemoglobin concentration, packed cell volume ratio, and white blood cell count, as well as reproductive hormones like testosterone and estrogen, which have a harmful effect on rabbit health.

Conflict of interest

The authors state that there is no conflict of interest.

References

1. Harnett, K. G., Chin, A., & Schuh, S. M. (2021). BPA and BPA alternatives BPS, BPAF, and TMBPF, induce cytotoxicity and apoptosis in rat and human stem cells. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 216, 112210. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112210>
2. Almeida, S., Raposo, A., Almeida-González, M., & Carrascosa, C. (2018). Bisphenol A: food exposure and impact on human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17 (6), 1503–1517. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12388>
3. Vom Saal, F. S., & Vandenberg, L. N. (2020). Update on the health effects of bisphenol A: Overwhelming evidence of harm. *Endocrinology*, 162 (3). <https://doi.org/10.1210/endo/bqaa171>
4. Wang, Q., Chen, M., Shan, G., Chen, P., Cui, S., Yi, S., & Zhu, L. (2017). Bioaccumulation and biomagnification of emerging bisphenol analogues in aquatic organisms from Taihu Lake, China. *Science of The Total Environment*, 598, 814–820. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.167>
5. Shah, P. N., Acharige, M. J. T., Kim, N., Ryan, D. K., DeSisto, W., & Lee, Y. (2020). Green bisphenol A: A high valued building block isolated from lignin biowaste. *Waste and Biomass Valorization*, 12 (2), 985–994. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01032-2>
6. Zielińska, M., Wojnowska-Baryła, I., & Cydzik-Kwiatkowska, A. (2018). Microbial biodegradation and metabolism of BPA. *Bisphenol A removal from water and wastewater*, 61–78. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92361-1_4
7. Malea, P., Kokkinidi, D., Kevrekidou, A., & Adamakis, I.-D. S. (2019). Environmentally relevant bisphenol A concentrations effects on the seagrass *Cymodocea nodosa* different parts elongation: perceptive assessors of toxicity. *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (7), 7267–7279. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07443-6>
8. Bruno, K. A., Mathews, J. E., Yang, A. L., Frisanchio, J. A., Scott, A. J., Greyner, H. D., Molina, F. A., Greenaway, M. S., Cooper, G. M., Bucek, A., Morales-Lara, A. C., Hill, A. R., Mease, A. A., Di Florio, D. N., Sousou, J. M., Coronado, A. C., Stafford, A. R., & Fairweather, D. (2019). BPA alters estrogen receptor expression in the heart after viral infection activating cardiac mast cells and T cells leading to perimyocarditis and fibrosis. *Frontiers in Endocrinology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00598>
9. Conroy-Ben, O., Garcia, I., & Teske, S. S. (2018). In silico binding of 4,4'-bisphenols predicts in vitro estrogenic and antiandrogenic activity. *Environmental Toxicology*, 33 (5), 569–578. <https://doi.org/10.1002/tox.22539>
10. Cheong, A., Zhang, X., Cheung, Y.-Y., Tang, W., Chen, J., Ye, S.-H., Medvedovic, M., Leung, Y.-K., Prins, G. S., & Ho, S.-M. (2016). DNA methylome changes by estradiol benzoate and bisphenol A links early-life environmental exposures to prostate cancer risk. *Epigenetics*, 11 (9), 674–689. <https://doi.org/10.1080/15592294.2016.1208891>
11. Liu, X., Wang, Z., & Liu, F. (2021). Chronic exposure of BPA impairs male germ cell proliferation and induces lower sperm quality in male mice. *Chemosphere*, 262, 127880. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127880>
12. Merzoug-Larabi, M., Youssef, I., Bui, A. T., Legay, C., Loiodice, S., Lognon, S., Babajko, S., & Ricort, J.-M. (2020). Protein kinase D1 (PKD1) is a new functional non-genomic target of bisphenol A in breast cancer cells. *Frontiers in Pharmacology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01683>
13. Astrahan, P., Korzen, L., Khanin, M., Sharoni, Y., & Israel, A. (2021). Seaweeds fast EDC bioremediation: Supporting evidence of EE2 and BPA degradation by the red seaweed *Gracilaria* sp., and a proposed model for the remedy of marine-borne phenol pollutants. *Environmental Pollution*, 278, 116853. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116853>
14. Staples, C. A., Woodburn, K., Caspers, N., Hall, A. T., & Klečka, G. M. (2002). A Weight of evidence approach to the aquatic hazard assessment of bisphenol A. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 8 (5), 1083–1105. <https://doi.org/10.1080/1080-700291905837>
15. Adu-Gyamfi, E. A., Salamah, J., Cheeran, E. A., & Lee, B.-K. (2023). Bisphenol S moderately decreases the expression of syncytiotrophoblast marker genes and induces apoptosis in human trophoblast lineages. *Environmental Pollution*, 343, 123259. <https://doi.org/10.1101/2023.10.19.563141>
16. Algonaiman, R., Almutairi, A. S., Al Zhrani, M. M., & Barakat, H. (2023). Effects of prenatal exposure to bisphenol A substitutes, bisphenol S and bisphenol F, on offspring's health: Evidence from epidemiological and experimental studies. *Biomolecules*, 13 (11), 1616. <https://doi.org/10.3390/biom13111616>
17. Cho, Y. J., Park, S. B., Park, J. W., Oh, S. R., & Han, M. (2018). Bisphenol A modulates inflammation and proliferation pathway in human endometrial stromal cells by inducing oxidative stress. *Reproductive Toxicology*, 81, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2018.06.016>
18. Radwan, E. K., Ibrahim, M. B. M., Adel, A., & Farouk, M. (2019). The occurrence and risk assessment of phenolic endocrine-disrupting chemicals in Egypt's drinking and source water. *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (2), 1776–1788. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06887-0>
19. Elashal, M. H., Abd El-Wahed, A. A., Mohamed, M. A., Hamad, R., Abd Eldaim, M. A., Khalifa, S. A. M., Aldahmash, B., El-Seedi, H. R., & El-Aarag, B. (2024). Apilamil ameliorates Bisphenol A-induced testicular toxicity in adult male rats via improving antioxidant potency and PCNA expression. *Reproductive Toxicology*, 125, 108570. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2024.108570>
20. Fischer, F., Kretschmer, T., Seifert, P., Howanski, J., Krieger, E., Rödiger, J., Fink, B., Yin, Z., Bauer, M., Zenclussen, M. L., Meyer, N., Schumacher, A., & Zenclussen, A. C. (2024). Single and combined exposures to bisphenol A and benzophenone-3 during early mouse pregnancy have differential effects on fetal and placental development. *Science of The Total Environment*, 922, 171386. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171386>
21. Gassman, N. R. (2017). Induction of oxidative stress by bisphenol A and its pleiotropic effects. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 58 (2), 60–71. <https://doi.org/10.1002/em.22072>
22. Jiang, S., Wang, Y., Wang, Z., Xu, Y., Li, X., Sun, M., & Li, B. (2024). Bisphenol A and its alternatives bisphenol S and F exposure with serum uric acid levels, hyperuricemia, and gout prevalence among US adults: a nationally representative cross-sectional study. *BMC Public Health*, 24 (1), 370. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-17883-6>
23. Hananeh, W. M., Al Rukibat, R., Jaradat, S., & Borhan Al-Zghoul, M. (2021). Exposure assessment of bisphenol A by drinking coffee from plastic cups. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 72 (1), 49–53. <https://doi.org/10.32394/rpzh.2021.0146>
24. Sanni, O., Fasemore, T., & Nkomozepi, P. (2023). Non-genetic-induced zebrafish model for type 2 diabetes with emphasis on tools in model validation. *International Journal of Molecular Sciences*, 25 (1), 240. <https://doi.org/10.3390/ijms25010240>
25. Spöndly-Nees, E., Boberg, J., Ekstedt, E., Holm, L., Fakhrazadeh, A., Dunder, L., Kushnir, M. M., Lejonklou, M. H., & Lind, P. M. (2018). Low-dose exposure to Bisphenol A during development has limited effects on male reproduction in midpubertal and aging Fischer 344 rats. *Reproductive Toxicology*, 81, 196–206. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2018.08.007>
26. Kim, J. A., Kim, M. J., Choi, J. Y., Park, Y.-S., Kim, J.-H., & Choi, C. Y. (2024). Exposure to bisphenol A and fiber-type microplastics induce oxidative stress and cell damage in disk abalone *Haliotis discus hannai*: Bioaccumulation and toxicity. *Fish & Shellfish Immunology*, 144, 109277. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2023.109277>
27. Wang, Q., Chen, M., Shan, G., Chen, P., Cui, S., Yi, S., & Zhu, L. (2017). Bioaccumulation and biomagnification of emerging bisphenol analogues in aquatic organisms from Taihu Lake, China. *Science of The Total Environment*, 598, 814–820. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.167>

ORCID

- A. J. Al-Nuaimi  <https://orcid.org/0009-0002-4468-2093>
Z. S. Mahdi  <https://orcid.org/0009-0002-3629-4074>
T. S. Rahi  <https://orcid.org/0009-0005-6129-2021>
M. N. Jawad  <https://orcid.org/0009-0000-1821-2659>



2025 by the author(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.

Treatment of separate surgical cases in horses in the conditions of horse sports complex of Ireland

R. Peredera✉ | O. Aristova

Article info

Correspondence Author

R. Peredera

E-mail:

roman.peredera@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine**Citation:** Peredera, R., & Aristova, O. (2025). Treatment of separate surgical cases in horses in the conditions of horse sports complex of Ireland. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 324–330. doi: 10.31210/spi2025.28.03.52

Nowadays, the role of horses in human life remains exceptionally important. These animals are used as draft force in the agrarian sector of many countries, the subdivisions of patrol police (mounted police squadrons), in treatment and rehabilitation programs (hippotherapy) as well as in numerous kinds of sports horse breeding. Therefore providing a high quality of horses' life, maintaining their productivity and making the duration of their active use longer, in particular, sports life longevity, are among the priority tasks of veterinary medicine. With the growing popularity of equestrian sports and increasing the intensity of using horses in many horse sports complexes, a stable tendency is observed to the growth of the number of cases connected with surgical diseases as a result of traumatic injuries. This fact determines the urgent necessity to improve the modern approaches to prevention, early diagnostics and effective treatment of such pathological processes. Any pathological condition taking place in the horse body, inevitably leads to the decrease in the animals' ability to work and endurance. Correspondingly, all the above mentioned has a negative impact on the sports career of horses. Therefore, the purpose of our studies was to highlight the data concerning the spread and describe separate clinical cases of horses' surgical diseases that are registered in the horse sports complex of Ireland. The researches were conducted during 2024–2025 in one of the horse sports complexes of Ireland. General methods of study (examination, palpation, thermometry, percussion, auscultation, passive and active movements) and special methods with the use of specific veterinary equipment (X-ray apparatus, portable ultrasound unit, thermograph, endoscope, and others) were used in the work. It was found that surgical pathologies in horse sports complexes of Ireland are spread and characterized by a considerable frequency of occurrence; these pathologies pose organizational, economic, treatment and prevention difficulties both for the specialists of veterinary medicine and for owners of horses. For example, according to the data of veterinary documentation, collected by questioning of owners, coaches, and veterinary doctors about the anamnesis, the pathologies connected with the disorder of the support and movement system were most often registered. Based on the data of the documentation of Ireland's horse sports complexes, the share of such disorders made 36.4 % of the total number of the registered surgical pathologies. Among them, 27.3 % required surgical intervention. This fact stresses upon the necessity of profound studying the reasons, mechanisms of the course and ways to optimize veterinary assistance.

Keywords: surgical diseases, orthopedics, horses, diagnostics, treatment.

Лікування окремих хірургічних випадків у коней в умовах кінно-спортивного комплексу Ірландії

Р. В. Передера | О. В. Арістова

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

На сьогодні роль коней у житті людини залишається надзвичайно вагомою. Ці тварини використовуються як тяглова сила в аграрному секторі багатьох країн, у підрозділах патрульної поліції (кінні поліцейські загони), у лікувально-реабілітаційних програмах (іпотерапія), а також у численних видах спортивного конярства. Тому забезпечення високої якості життя коней, підтримання їх продуктивності та подовження тривалості активного використання, зокрема спортивного довголіття, є одним із пріоритетних завдань ветеринарної медицини. Зі зростанням популярності кінного спорту та підвищенням інтенсивності використання коней у багатьох кінно-спортивних комплексах фіксується стабільна тенденція до збільшення кількості випадків хірургічних захворювань внаслідок травматичних ушкоджень. Це зумовлює нагальну потребу в удосконаленні сучасних підходів до профілактики, ранньої діагностики та ефективного лікування таких патологічних процесів. Будь який патологічний стан, який відбувається в організмі коней неминуче призводить до зниження працездатності та витривалості тварин. Відповідно, вищенаведене має негативний відбиток на спортивній кар'єрі коней. Тому метою досліджень було висвітлити дані щодо поширення та описати окремі клінічні випадки хірургічних хвороб коней, що реєструються в умовах кінно-спортивного комплексу Ірландії. Дослідження проводилося упродовж 2024–2025 років в одному із кінно-спортивних комплексів Ірландії. В роботі використано загальні (огляд, пальпація, термометрія, перкусія, аускультация, пасивні та активні рухи) та спеціальні методи досліджень із використанням специфічного ветеринарного обладнання (рентген-апарату, портативного ультразвукового апарату, термографу, ендоскопу тощо). Встановлено, що хірургічні патології в умовах кінно-спортивних комплексів Ірландії є поширеними і характеризуються значною частотою виникнення й становлять організаційні, економічні та лікувально-профілактичні труднощі для фахівців ветеринарної медицини і для власників коней. Так, за даними ветеринарної документації, зібраного шляхом опитування власників, тренерів та ветеринарних лікарів анамнезу найчастіше фіксували патології, що були пов'язані з порушенням роботи опорно-рухового апарату. Згідно даними ветеринарної документації кінно-спортивних комплексів Ірландії частка таких порушень становила 36,4 % від загальної кількості зафіксованих хірургічних патологій. Серед них 27,3 % потребувало оперативного втручання. Це підкреслює необхідність поглибленого вивчення причин, механізмів перебігу та шляхів оптимізації ветеринарної допомоги.

Ключові слова: хірургічні хвороби, ортопедія, коні, діагностика, лікування.**Бібліографічний опис для цитування:** Передера Р. В., Арістова О. В. Лікування окремих хірургічних випадків у коней в умовах кінно-спортивного комплексу Ірландії. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 324–330.

Вступ

Конярство є однією з ключових галузей тваринництва, що забезпечує високі спортивні досягнення, культурні традиції та економічну вигоду. З розвитком суспільства у сучасних умовах коні набули зовсім іншого значення – вони отримали визнання у спорті (долання перешкод, конкур), триборство, виїздка, кінні перегони тощо). Кінний спорт є ефективним засобом фізичного розвитку людини та справляє позитивний вплив як на її фізичний, так і на психоемоційний стан [1–4]. Паралельно зі зростанням ролі коней у спортивній сфері підвищуються й вимоги до стану їхнього здоров'я. Підтримання продуктивності тварини і подовження спортивного довголіття вважається пріоритетним завданням. Запорукою відмінного здоров'я, доброго самопочуття, оптимального фізичного розвитку та високої працездатності коней є належні умови їх утримання, дотримання чистоти, своєчасне проведення профілактичних щеплень, систематичний санітарно-ветеринарний контроль, регулярний догляд за ротовою порожниною та копитами, а також повноцінне, збалансоване харчування з урахуванням індивідуальних потреб і додаванням необхідних вітамінно-мінеральних комплексів.

Зі зростанням інтенсивності експлуатації коней, спостерігається тенденція до збільшення випадків травматизму та проявів хірургічних захворювань, які негативно впливають на працездатність і тривалість життя тварин [5–12].

Саме хірургічні патології коней мають значні негативні наслідки, тому важливо володіти знаннями та навичками для діагностики захворювань, розуміючи етіологію для проведення превентивних заходів. Хворі коні на довго втрачають працездатність, що призводить до зниження їхньої господарської цінності та спортивних показників, значних економічних втрат; негативно впливають на екстер'єр тварин [13–17].

Причини розвитку патологічних процесів різні, проте підґрунтям для їхнього формування є порушення зоогігієнічних умов утримання та годівлі коней, надмірне навантаження, травматизм. Економічні збитки пов'язані з витратами на лікування, втратою працездатності та племінної цінності, недоотримання потомства та загибелі тварин [18–20].

Актуальність обраної теми зумовлена необхідністю дослідження структури патологій коней; проведення лікувальних та профілактичних заходів. Вивчення особливостей лікування окремих хірургічних хвороб у кінно-спортивних комплексах Ірландії дозволяє розширити знання у цій галузі, а також адаптувати успішні практики до умов України.

Мета дослідження

Метою було дослідити ефективність лікувальних заходів за окремих хірургічних патологій коней, зареєстрованих в умовах кінно-спортивного комплексу Ірландії.

Матеріали і методи

Дослідження проводилося упродовж 2024–2025 років в умовах кінно-спортивних комплексів Ірландії серед коней різних порід, статі та віку (від 8 місяців до 12 років), які використовувалися для спортивних тренувань, змагань та аматорської їзди. В роботі висвітлено дані щодо окремих хірургічних випадків у коней та ефективності їх лікування. У роботі проаналізовано 7 клінічних випадків.

Випадок № 1. Жеребець, 6 років, ірландська спортивна порода. Проникнення дерев'яного стороннього тіла у праву грудну кінцівку. Діагностували шляхом проведення візуального огляду, пальпації, УЗД (ультразвукове дослідження). Схема лікування за вказаної патології представлена в *таблиці 1*.

Таблиця 1

Засоби використані для лікування жеребця за виявлення стороннього тіла в грудній кінцівці

Назва препарату	Доза і спосіб введення	Кратність застосування	Курс лікування
Лідокаїн 2 %	10 мл, п/ш	1 раз	1 день
Цефквіном	1 г, в/в	1 раз/день	5 днів
Флуніксин	1,1 мг/кг, в/м	1 раз/день	3 дні
Хлоргексидин 0,05 %	місцево	2 рази/день	7 днів
Йодинол 10 %	місцево	1 раз/день	7 днів
Ізофлуран	інгаляційно	одноразово	1 день
Амоксицилін	15 мг/кг, в/м	1 раз/день	5 днів
Бетадин	локально	1–2 рази/день	10 днів

Примітки: п/ш – підшкірно; в/м – внутрішньом'язово; в/в – внутрішньовенно.

Випадок № 2. Кобила, 12 років, верхової породи. Доброякісна меланома у підхвостовій ділянці.

Діагностували шляхом проведення клінічного огляду, біопсії. Схема лікування за вказаної патології представлена в *таблиці 2*.

Таблиця 2

Засоби використані для лікування кобили за виявлення доброякісної меланоми у підхвостовій ділянці

Назва препарату	Доза і спосіб введення	Кратність застосування	Курс лікування
Детомідин	10 мкг/кг, в/в	одноразово	1 день
Амоксицилін	15 мг/кг, в/м	1 раз/день	5 днів
Бетадин	локально	1–2 рази/день	10 днів

Примітки: в/м – внутрішньом'язово; в/в – внутрішньовенно.

Випадок № 3. Жеребець, 8 років. Синовіт пуглоба. Діагностували шляхом рентгенографії та здійснення ультразвукового дослідження. Схема лікування за вказаної патології представлена в *таблиці 3*.

Випадок № 4. Лоша, 8 місяців, ірландська спортивна порода. Травматична гнійна рана лівої грудної кінцівки. Діагностували шляхом проведення клінічного огляду. Схема лікування за вказаної патології представлена в *таблиці 4*.

Випадок № 5. Кобила, 10 років, ірландська спортивна порода. Короніт (запалення облямівки та вінчика) грудних кінцівок. Діагностували шляхом

проведення рентгенологічного дослідження та термографії. Схема лікування за вказаної патології представлена в **таблиці 5**.

Таблиця 3

Засоби використані для лікування жеребця за синовіту путового суглоба

Назва препарату	Доза і спосіб введення	Кратність застосування	Курс лікування
Ізофлуран	інгаляційно	одноразово	1 день
Гіалуронова кислота	20 мг, інтра-артикулярно	одноразово	1 день
Мелоксикам	0,6 мг/кг, перорально	1 раз/день	5 днів

Таблиця 4

Засоби використані для лікування лошати за гнійна рана грудної кінцівки

Назва препарату	Доза і спосіб введення	Кратність застосування	Курс лікування
Енрофлоксацин	5 мг/кг, в/в	1 раз/день	7 днів
Кетопрофен	2,2 мг/кг, в/м	1 раз/день	3 дні
Хлоргексидин	локально	2 рази/день	до загоєння
Перекис водню	локально	1 раз/день	5 днів

Примітки: в/м – внутрішньом'язово; в/в – внутрішньовенно.

Таблиця 5

Засоби використані для лікування кобили за короніту грудних кінцівок

Назва препарату / маніпуляції	Доза і спосіб введення	Кратність застосування	Курс лікування
Фенілбутазон	4,4 мг/кг, в/в	1 раз / день	5 днів
Охолодження копит	ванночки з льодом	4 рази/день	3 дні

Примітки: в/в – внутрішньовенно.

Випадок № 6. Жеребець, 6 років, ірландська спортивна порода. Ідіопатична екзема. Діагностували шляхом проведення клінічно огляду тварини і уражених ділянок тіла (алопецій з шелушінням шкіри). Проведено мікроскопію волоссяного та шкірного покриву на наявність мікотичного ураження. Лікування за вказаної патології включало використання лікувальних шампуней (1 раз на 2 дні, кратність застосування 5 разів) та дієтотерапії.

Випадок № 7. Жеребець, 10 років, ірландська спортивна порода. Одонтогенна синусит-флегмона в лобовій ділянці ускладнена утворенням гнійної нориці. Діагностували шляхом проведення рентгенографії черепа, ендоскопії носових ходів і пазух; зондування нориці; лабораторних досліджень гнійного ексудату. Схема лікування за вказаної патології представлена в **таблиці 6**.

Загалом, для встановлення діагнозів на перераховані патології проведено: аналіз ветеринарної документації комплексів (ветеринарні журнали, протоколи лікування, звіти про профілактичні заходи); збір анамнезу шляхом опитування власників, тренерів та ветеринарних лікарів щодо історії хвороб, умов утримання, годівлі та навантажень на тварин; клінічне обстеження (огляд, пальпація, термометрія, перкусія,

аускультація); спеціальні методи діагностики – рентгенографія (рентген-апарат Fujifilm FDR D-EVO II) опорно-рухового апарату і черепа, ультразвукове дослідження (портативний ультразвуковий апарат SonoScape S9) внутрішніх органів, ендоскопічне обстеження (застосовували ендоскоп Olympus EVIS Exera III) дихальної системи, лабораторні аналізи крові та виділень.

Таблиця 6

Засоби використані для лікування коня за виявлення одонтогенної синусит-флегмони в лобовій ділянці за ускладнена гнійним свищем

Назва препарату	Доза і спосіб введення	Кратність застосування	Курс лікування
Детомідин	10 мг/кг, в/в	1 раз	1 день
Цефалексин	20 мг/кг, перорально	2 рази / день	7 днів
Фенілбутазон	4,4 мг/кг, в/в	1 раз / день	3 дні
Антисептичні розчини	локально	1–2 рази/день	7 днів

Примітки: в/в – внутрішньовенно.

Результати та їх обговорення

Встановлено, що за дослідний період (2024–2025 роки), хвороби хірургічної етіології є часто діагнованими патологіями в умовах кінно-спортивних комплексів Ірландії.

Аналіз ветеринарної документації кінно-спортивних комплексів Ірландії, доповнений даними анамнезу, отриманими шляхом опитування власників тварин, тренерів та ветеринарних лікарів, засвідчив, що найбільш поширеними патологіями є порушення функціонування опорно-рухового апарату. Такі зміни переважно формуються внаслідок інтенсивних фізичних навантажень, мікротравм, неправильного розподілу ваги, особливостей тренувального процесу та умов утримання.

Згідно з узагальненими даними ветеринарної звітності, патології опорно-рухового апарату становили 36,4 % від загальної кількості зареєстрованих хірургічних випадків. Варто зазначити, що значна частка цих патологій супроводжувалася вираженим больовим синдромом, запальними реакціями та порушенням локомоторної функції, що безпосередньо впливають на працездатність тварин. У 27,3 % випадків подібні ураження вимагали проведення оперативного втручання, що підкреслює їх клінічну складність та потенційний ризик прогресування за відсутності своєчасної допомоги.

Нижче описані кейси пов'язані зі встановленням діагнозу на окремі хірургічні хвороби з описом наслідків проведених лікувальних маніпуляцій для здоров'я коней.

Клінічний випадок 1.

В першому клінічному випадку у жеребця, 6 річного віку, ірландської спортивної породи встановлено проникнення дерев'яного стороннього тіла у праву грудну кінцівку. В анамнезі виявляли кульгавість II ступеня, локальну болючість, набряк у ділянці

п'ятого п'ястка грудної кінцівки. Візуальним оглядом, пальпацією та ультразвуковим дослідженнями

виявлено дерев'яний уламок довжиною 2 см у м'яких тканинах дорсальної частини п'ястка (*рис. 1 а–г*).



Рис. 1. Клінічний випадок проникнення дерев'яного стороннього тіла у грудну кінцівку коня жеребця:

а. – проведення УЗД; б. – візуалізація на моніторі стороннього тіла; в. – загальний вигляд видаленого фрагменту; г. – післяопераційний шов

Для лікування використано: інфільтраційну анестезію (Лідокаїн 2 %) з подальшим хірургічним видаленням стороннього тіла та обробкою рани (Хлоргексидином і Йодинолом). Тварині призначено антибіотикотерапію в поєднанні з протизапальним препаратом (Цефквіном та Флуніксин відповідно).

За результатами проведеної терапії встановлено: зменшення запалення на 3 день від початку лікування; повне загоєння – на 12 добу; повернення до навантажень – через 2 тижні.

Таким чином, своєчасне втручання дозволило уникнути розвитку тендовагініту. Ефективність терапії підтверджена швидким відновленням.

Клінічний випадок 2.

Доброякісна меланома у підхвостовій ділянці у 12 річної кобили, верхової породи, сірої масті. Проведена біопсія. Діагноз встановлено на основі дослідження пунктату.

Перед оперативним втручанням здійснено седацію тварини (Детомідином) та місцеве знеболення. Видалення новоутворення проводилось за допомогою електрокоагулятора (*рис. 2*). Після-операційно – місцево проведення антисептичних обробок (Бетадин), загально – антибіотикотерапія (Амоксицилін).



Рис. 2. Клінічний випадок виявлення та видалення меланоми у підхвостовій ділянці кобили:
а. – частково завершене видалення меланом на підхвостовій ділянці; б. – загальний вигляд видалених новоутворень

Клінічний випадок 3.

Синовіт пугового суглоба у жеребця, 8 річного віку. Встановлено кульгавість, болучість при згинанні дистальної частини лівої грудної кінцівки в ділянці пугового суглоба. Діагноз підтверджено рентгенографією та УЗД. Візуально виявлено виповнення синовіальних виворітів внаслідок скопичення надлишкової синовіальної рідини.

Перед лікуванням здійснено інгаляційну анестезію (Ізофлуран) та місцеве знеболення. Під час

артроскопії було видалено остеохондральні фрагменти та промито суглобову порожнину (*рис. 3 а*). Післяопераційна терапія включала застосування антибактерійних засобів, нестероїдних протизапальних препаратів (Мелоксикам) та місцеву антисептичну обробку. Через три тижні, після повного клінічного відновлення проведено внутрішньосуглобову ін'єкцію гіалуронової кислоти з метою підтримки хрящової тканини та профілактики повторного запалення (*рис. 3 б*).



Рис. 3. Клінічний випадок виявлення та лікування синовіт пугового суглоба у жеребця:
а. – процес артроскопії; б. – введення гіалуронової кислоти

За результатами проведеної терапії встановлено: зменшення болю на 3 день, повна стабілізація тварини через 4 тижні. Кінь повернувся до легкого тренінгу.

Клінічний випадок 4.

Травматична гнійна рана лівої грудної кінцівки у 8 місячного лошати.

Оглядом встановлено наявність гнійного виділення з ділянки пугового суглоба лівої грудної кінцівки внаслідок травми. Виявили рану, забруднену

некротизованими тканинами та брудом з вираженими ознаками запалення та набряку (*рис. 4*). Відмічено: болучість при пальпації навколоранових тканин; підвищення місцевої температури; кульгавість 3 ступеня.

Для лікування здійснено: ретельне очищення рани від сторонніх включень, некротичних тканин та гною, з подальшим промиванням антисептиками. Застосовано локальне лікування з пов'язками, системну антибіотикотерапію (Амоксицилін),

нестероїдні протизапальні препарати (Мелоксикам), а також контрольні перев'язки протягом 7 днів.



Рис. 4. Загальний вигляд гнійної рана грудної кінцівки у лоша

Протягом курсу лікування спостерігалось поступове зменшення запалення, зникнення кульгавості та повне закриття ранового дефекту.

За результатами проведеної терапії встановлено: на момент виписки стан тварини був задовільний, функція кінцівки повністю відновлена.

Клінічний випадок 5.

Запалення облямівки та вінчика грудних кінцівок (короніт) у кобили 10 річного віку.

Клінічно встановлено кульгавість, виведення грудних кінцівок вперед, підвищення місцевої температури копит та виявлено ознаки короніту. Діагноз підтверджено рентгенологічно та термографічно.

Для лікування застосовано: протизапальну терапію (Фенілбутазон), охолодження копит (ванночки з льодом) та дієтотерапію.

За результатами проведеної терапії встановлено: зменшення болю на 2 день від початку лікування; покращення ходи на 5 день від початку лікування; повне відновлення тварини – через 3 тижні.

Клінічний випадок 6.

Ідіопатична екзема у 6 річного коня. Візуально виявлено випадання шерсті на ділянці боків і грудної клітки, свербіж, лущення шкіри. Клінічно виявлено множинні осередки алопеції з шелушінням, без ознак запалення. Проведено мікроскопію зразків шкіри – грибкову флору не виявлено.

Для лікування застосовано: спеціальні лікувальні шампуні для гігієни шкіри та підібрана спеціальна лікувальна годівля.

За результатами проведеної терапії встановлено: припинення ознак свербіння на 3 день від початку лікування; ознаки відновлення шерстного покриву (відростання) – на 10 день від початку терапії.

Клінічний випадок 7.

Одонтогенна синусит-флегмона у коня, ускладнена утворенням гнійної нориці в лобній ділянці. Анамнестичні дані: гнійні виділення з однієї ніздрі, неприємний запах з рота, труднощі при жуванні, втрата апетиту. Діагноз встановили на основі стоматологічного обстеження, риноскопії та рентгенографії. Як наслідок проведених діагностичних заходів підтверджено ураження верхньощелепного синуса та наявність гнійного запалення.

Проведена премедикація (Детомідин) та провідникову анестезію. В процесі лікування провели хірургічну санацію порожнини за допомогою дезінфікуючих розчинів. Після цього здійснили екстракцію фрагменту ураженого зуба. Застосовано промивання, системну антибіотико- та протизапальну терапію (Цефалексин та Фенілбутазон відповідно).



Рис. 5. Клінічний випадок виявлення та лікування одонтогенної синусит-флегмони у коня, ускладненої гнійною норицею в лобній ділянці:
а. – виявлені гнійні витоки з однієї носової порожнини; б. – загальний вигляд післяопераційної рани

За результатами проведеної терапії встановлено: нормалізація жування через 5 діб від початку лікування; припинення гнійних витоків носової порожнини; повне відновлення – через 10 діб від початку лікування.

Висновки

У ході досліджень та моніторингу стану здоров'я коней кінно-спортивних комплексів Ірландії було встановлено етіологічні чинники та особливості перебігу низки хірургічних патологій, зокрема: проникнення стороннього тіла у тканини правої грудної кінцівки; доброякісної меланоми; синовіту путового суглоба; травматичної гнійної рани; запалення облямівки та вінчика грудних кінцівок; ідіопатичної екземи; одонтогенного синусит-флегмони.

За даними ветеринарної документації, зібраної шляхом опитування власників, тренерів та ветеринарних лікарів, найчастіше реєстрували патології, пов'язані з порушеннями роботи опорно-рухового апарату. Згідно з інформацією ветеринарної звітності кінно-спортивних комплексів Ірландії, частка таких порушень становила 36,4 % від загальної кількості зафіксованих хірургічних патологій, з яких 27,3 % потребували оперативного втручання.

Результати застосованих методів лікування засвідчили їх високу ефективність. Це дає підстави рекомендувати відповідні підходи для впровадження в умовах кінно-спортивних комплексів України з метою підвищення рівня ветеринарного забезпечення та профілактики ускладнень.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Pugh, D., Ziska, S., & Passler, N. (2017). Draft horses, mules, and donkeys. *Nutritional Management of Equine Diseases and Special Cases*, 5–8. <https://doi.org/10.1002/9781119191926.ch2>
2. Ploskyi, Ye. V., & Kutsenko, P. Ya. (2013). Farmakolohichna korektsiia miazovoho stomlennia u rysystykh konei. *Ahrarnyi Visnyk Prychornomoria*, 68, 219–225. [in Ukrainian]
3. Slivinska, L. H., & Maksymovych, I. A. (2014). Osoblyvosti zakhvoriuvan sertsevo-sudynnoi systemy u konei. *Naukovyi Visnyk Veterynarnoi Medytsyny*, (13), 17–21. [in Ukrainian]
4. Lo Feudo, C. M., Stucchi, L., Stancari, G., Conturba, B., Bozzola, C., Zucca, E., & Ferrucci, F. (2023). Associations between medical disorders and racing outcomes in poorly performing standardbred trotter racehorses: A retrospective study. *Animals*, 13 (16), 2569. <https://doi.org/10.3390/ani13162569>
5. Kriz, N. G., Hodgson, D. R., & Rose, R. J. (2000). Prevalence and clinical importance of heart murmurs in racehorses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 216 (9), 1441–1445. <https://doi.org/10.2460/javma.2000.216.1441>

6. Czerw, P., Paśłwska, U., Nicpoń, J., Różycki, P. (2004). Diagnostyka kliniczna niewydolności krążeniowo-oddechowej u koni. *Medycyna Weterynaryjna*, 60 (9), 963–967.
7. Laus, F., Preziuso, S., Spaterna, A., Beribè, F., Tesei, B., & Cuteri, V. (2007). Clinical and epidemiological investigation of chronic upper respiratory diseases caused by beta-haemolytic *Streptococci* in horses. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 30 (4), 247–260. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2007.02.003>
8. Kulynych, S. M. (2015). The treatment of random purulent wounds of horses on the basis of Chutovo Stud Farm «Westphalian». *Scientific Progress & Innovations*, 1-2, 99–101. <https://doi.org/10.31210/visnyk2015.1-2.209>
9. Kulynych, S., Kramarenko, V., & Zezekalo, M. (2023). Trauma of the limbs in horses and methods of treatment. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 116–121. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.02.20>
10. Kulynych, S. M., Omelchenko, G. O., Avramenko, N. O., Zezekalo, M. A., & Mostovy, S. O. (2020). Analysis of surgical pathology in the horse club “Horse Riding in Poltava”. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 189–195. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.01.23>
11. Mameris, D., & Dyson, S. J. (2014). Clinical features, diagnostic imaging findings and concurrent injuries in 71 sports horses with suspensory branch injuries. *Equine Veterinary Education*, 26 (6), 312–321. <https://doi.org/10.1111/eve.12175>
12. McIlwraith, C. W., Kawcak, C. E., Frisbie, D. D., Little, C. B., Clegg, P. D., Peffers, M. J., Karsdal, M. A., Ekman, S., Laverty, S., Slayden, R. A., Sandell, L. J., Lohmander, L. S., & Kraus, V. B. (2018). Biomarkers for equine joint injury and osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Research*, 36 (3), 823–831. <https://doi.org/10.1002/jor.23738>
13. Aharkova, K., Shlusarenko, D., & Novytskyi, V. (2023). Analysis of the prevalence of osteoarticular pathologies in horses based on the results of radiography. *Scientific Journal of Veterinary Medicine*, 1 (180), 133–141. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2023-180-1-133-141>
14. Contino, E. K. (2018). Management and rehabilitation of joint disease in sport horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 34 (2), 345–358. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.04.007>
15. Ley, C. J., Björnsdóttir, S., Ekman, S., Boyde, A., & Hansson, K. (2015). Detection of early osteoarthritis in the centrodistal joints of celandic horses: Evaluation of radiography and low-field magnetic resonance imaging. *Equine Veterinary Journal*, 48 (1), 57–64. <https://doi.org/10.1111/evj.12370>
16. Talbot, S. E., Tallon, R., & Dunkel, B. (2023). Clinical presentation and outcome of gastric impactions with or without concurrent intestinal lesions in horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 37 (4), 1544–1551. <https://doi.org/10.1111/jvim.16735>
17. Darbandi, H., Munsters, C., Parmentier, J., & Havinga, P. (2023). Detecting fatigue of sport horses with biomechanical gait features using inertial sensors. *PLOS ONE*, 18 (4), e0284554. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284554>
18. Ren, C., Liu, T., & Zhang, J. (2021). Horse-riding simulators in treatment of chronic low back pain: A meta-analysis. *International Journal of Clinical Practice*, 75 (7). <https://doi.org/10.1111/ijcp.14198>
19. López-Martínez, M. J., Lamy, E., Cerón, J. J., Ayala, I., Contreras-Aguilar, M. D., Henriksen, I.-M. H., Muñoz-Prieto, A., & Hansen, S. (2024). Changes in the saliva proteome analysed by gel-proteomics in horses diagnosed with equine gastric ulcer syndrome (EGUS) at diagnosis and after successful treatment. *Research in Veterinary Science*, 167, 105112. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.105112>
20. Crew, C. R., Brennan, M. L., & Ireland, J. L. (2023). Implementation of biosecurity on equestrian premises: A narrative overview. *The Veterinary Journal*, 292, 105950. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2023.105950>

ORCID

R. Peredera 

<https://orcid.org/0000-0002-9906-1211>



2025 by the author(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.

The efficacy of the method for producing micro-preparations from *Ctenocephalides felis* fleas, which parasitize on cats

V. Melnychuk✉ | B. Havryk

Article info

Correspondence Author

V. Melnychuk

E-mail:

vitaliy.melnichuk@pdaa.edu.ua

Poltava State Agrarian

University,

Skovoroda Str., 1/3, Poltava,

36000, Ukraine

Citation: Melnychuk, V., & Havryk, B. (2025). The efficacy of the method for producing micro-preparations from *Ctenocephalides felis* fleas, which parasitize on cats. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 331–335. doi: 10.31210/spi2025.28.03.53

Fleas of the genus *Ctenocephalides* attack mammals such as carnivores, lagomorphs, marsupials, primates, rodents, and ungulates. Among arthropods, the fleas of *Ctenocephalides felis* species are the most important ectoparasites of cats worldwide, which negatively affect the animal's body and are carriers of dangerous diseases. The parasites cause allergic dermatitis, anemia, especially in young animals. Therefore, timely detection and identification of ctenocephalidosis pathogens is relevant, the effectiveness of which depend on the high-quality production of preparations of micro-preparations from parasitic insects. The aim of the work was to improve and test the method for making micro-preparations from *C. felis* fleas, which parasitize on cats. The study was conducted in the conditions "Yashma" private veterinary clinic (the city of Kremenchuk) and the laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expert Examination of Poltava State Agrarian University (the city of Poltava). The proposed method is related to veterinary medicine, namely veterinary parasitology, and can be used for making anatomical and morphological preparations from *C. felis* fleas with the aim of studying their morphological and metric features in the structure. It was found that the use of the proposed method for making total micro-preparations from fleas turned out to be more effective concerning the general assessment of the intensity of coloring of the fleas' body morphological structures (by 72.51 %, $P < 0.001$) and the time required to make one micro-preparation (by 80.39 %, $P < 0.001$) compared to similar indicators in the method of preparing pathogens of Mallophaga order *in toto*. The use of the proposed method allowed to obtain good, uniform coloring of all the fleas' antennal segments, as evidenced by the obtained high average score (4.91). At the same time, the use of the method of preparing the pathogens of Mallophaga order *in toto* led to oversaturation of the above-mentioned morphological structures with dye, as indicated by the obtained low score (1.35). The obtained results allow us to recommend the proposed method of producing micro-preparations from *Ctenocephalides felis* fleas to increase the efficacy of microscopic studies for feline ctenocephalidosis.

Keywords: parasitology, *Ctenocephalides felis*, cats, diagnostics, micro-preparations, efficacy.

Ефективність способу виготовлення мікропрепаратів з бліх *Ctenocephalides felis*, що паразитують у котів

В. В. Мельничук | Б. А. Гаврик

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Блохи роду *Ctenocephalides* нападають на таких ссавців, як хижі, зайцеподібні, сумчасті, примати, гризуни, копитні. Серед членистоногих вид бліх *Ctenocephalides felis* є найважливішим ектопаразитом котів у всьому світі, які негативно впливають на організм тварини, та є переносниками небезпечних хвороб. Паразити викликають алергічний дерматит, анемію, особливо у молодих тварин. Тому, актуальним є своєчасне виявлення та ідентифікація збудників ктеноцефаліозу, ефективність яких залежить від якісного виготовлення мікропрепаратів з паразитичних комах. Метою роботи було удосконалення та випробування способу виготовлення мікропрепаратів з бліх *C. felis*, що паразитують у котів. Дослідження проводили в умовах приватної ветеринарної клініки «Яшма» (м. Кременчук) та лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету (м. Полтава). Запропонований спосіб відноситься до ветеринарної медицини, а саме – ветеринарної паразитології, і може бути використаний для приготування анатомо-морфологічних препаратів бліх *C. felis* з метою вивчення їх морфологічних й метричних особливостей у будові. Встановлено, що використання запропонованого способу для виготовлення тотальних мікропрепаратів з бліх виявилось ефективнішим за загальною оцінкою інтенсивності забарвленості морфологічних структур тіла бліх (на 72,51 %, $P < 0,001$) та часом, що йде на виготовлення одного мікропрепарату (на 80,39 %, $P < 0,001$) порівняно з аналогічними показниками у способі приготування збудників ряду Mallophaga *in toto*. Застосування запропонованого способу дозволило отримати добре, рівномірне забарвлення всіх членків антен бліх, про що свідчить отриманий високий середній бал (4,91). Водночас, застосування способу приготування збудників ряду Mallophaga *in toto* призводило до перенасичення фарбою вищенаведених морфологічних структур, на що вказує отриманий низький бал (1,35). Отримані результати дозволяють рекомендувати запропонований спосіб виготовлення мікропрепаратів з бліх *Ctenocephalides felis* для підвищення ефективності проведення мікроскопічних досліджень за ктеноцефаліозу котів.

Ключові слова: паразитологія, *Ctenocephalides felis*, коти, діагностика, мікропрепарати, ефективність.

Бібліографічний опис для цитування: Мельничук В. В., Гаврик Б. А. Ефективність способу виготовлення мікропрепаратів з бліх *Ctenocephalides felis*, що паразитують у котів. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 331–335.

Introduction

Ctenocephalides felis is one of the most important ectoparasites of dogs and cats worldwide due to its geographical spread, dual parasitological action as an invasive agent and transmitter of diseases, economic losses, and acquired resistance to common insecticides. *C. felis* is more adaptable than *C. canis*, infecting more host species and therefore establishing itself over larger areas. Besides, fleas of this species pose a serious threat to humans [1–6]. *C. felis* ectoparasites are known to have the ability to transmit bacteria and viruses such as *Bartonella*, hemotropic *Mycoplasma*, *Rickettsia*, and *Wolbachia* through salivary inoculation during feeding [7–10]. They are also intermediate hosts for helminthes such as *Dipylidium caninum* and *Acanthocheilonema reconditum* [11].

Fleas are very effective at infecting their hosts by jumping from the environment onto the animal or from animal to animal [12, 13]. Immediately after reaching the animals' bodies, fleas begin to feed on blood [14–16]. As a result, severe itching, dermatitis, and anemia may occur in kittens [17, 18].

Therefore, timely detection and identification of ctenocephalidosis pathogens is relevant, the effectiveness of which also depends on the high-quality production of micro-preparations from parasitic insects. In particular, the method is known of making permanent preparations of the fleas of *Ctenocephalides* genus in toto, according to which the fleas selected and fixed in 70 % ethyl alcohol solution are transferred for 12 hours to a glass with 3 % hydrogen peroxide solution, having previously pierced the chitinous covering in the middle third segment of the abdomen with a needle. Then the insects are removed from the hydrogen peroxide and thoroughly washed with water. In order to dehydrate the insects, they are gradually passed through alcohols of increasing concentration (70.0 %, 80.0 % and 96.0 %), in each of which the object is kept for 60 minutes. Then the fleas are carefully transferred to a cavity glass slide, into which a combined mixture of juniper and caryophyllus oils in a ratio of 1 : 1 is previously added and left alone for 4–5 hours. After that, the fleas are placed on the glass slide, where a small amount of Canadian balsam is applied and covered with a cover slip [19].

Also, the researchers propose to dip the fleas in 10 % potassium hydroxide for 2 hours at making micro-preparations, after that to dehydrate the fleas using a series of ethanol concentrations (50–100 %). In the future, the authors suggest treating the sample with aniline oil and washing it with xylene. Then the sample is placed on a glass slide, applied a small amount of Canada balsam and covered with a cover slip [20].

The aim of the study

The aim of the research was the improving and testing of the method for producing micro-preparations from *C. felis* fleas that parasitize on cats.

Materials and methods

The research was conducted during 2025 in the conditions of “Yashma” private veterinary clinic (Kremenchuk) and the laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expert Examination of Poltava State Agrarian University (Poltava).

In order to find the optimal time for staining the morphological structures of *C. felis* fleas, 80 insect specimens were examined using the proposed method for making micro-preparations. The degree of visibility of the fleas' morphological body structures, which have a naturally weak (the frontal, second and third antennal segments and parietal bristles) and pronounced coloring (main ctenidium and maxillary palps), was determined by microscopy at magnification $\times 40$ and $\times 100$. The degree of visibility was conditionally divided into high, satisfactory, unsatisfactory, as a result of insufficient coloring; unsatisfactory, because of the oversaturation with dye.

To establish the effectiveness of the method of producing permanent preparations from fleas of *C. felis* genus it was compared with the method of preparing the pathogens of Mallophaga order *in toto* [21]. In all, 40 flea specimens (20 by each method) were examined, which was resumed on the bodies of cats that came to the veterinary clinic. The evaluation was conducted according to the intensity of staining indicators of the fleas' morphological body structures that have naturally weak coloring in accordance with the 5-point scale (where: 1 is oversaturation with dye, 2 – barely noticeable coloring, 3 – insignificant coloring, 4 – satisfactory uneven coloring, 5 – good uniform coloring) and according to the time spent on making one total micro-preparation.

The mathematical analysis of the obtained data was carried out using the Microsoft EXCEL applied program package by determining the arithmetic mean (M), standard deviation (SD) and probability level (P) applying the one-way analysis of variance technique using Fisher's criterion.

Results and discussion

The conducted studies to determine the optimal modes for implementing the proposed method have established that a high degree of the fleas' morphological body structures visibility with naturally weak and pronounced body coloring is ensured by the insects' being kept in the proposed environment for 5–6 minutes (**Table 1**).

During this period, the morphological structures of the body with naturally weak coloring, namely: the frontal, second, and third antennal segments (**Fig. 1**) and parietal bristles (**Fig. 2**) have time to be colored. At the same time, there is no oversaturation with dye of the fleas' body morphological structures with naturally pronounced coloring, namely: main ctenidium and maxillary palps (**Fig. 3**).

Table 1

The degree of the morphological body structures visibility of *Ctenocephalides felis* genus fleas using the proposed method (N=80)

Morphological structures of the body	Exposure, minutes			
	1–2	3–4	5–6	7–8
Morphological structures with naturally weak coloring				
Frontal antennal segment	*	**	***	***
Second antennal segment	*	***	***	***
Third antennal segment	**	***	***	***
Parietal bristles	**	***	***	●
Morphological structures with naturally pronounced coloring				
Main ctenidium	***	***	***	●
Maxillary palps	***	***	***	●

Note: degree of visibility: *** – high; ** – satisfactory; * – unsatisfactory, as a result of insufficient coloring; ● – unsatisfactory, as a result of dye oversaturation.

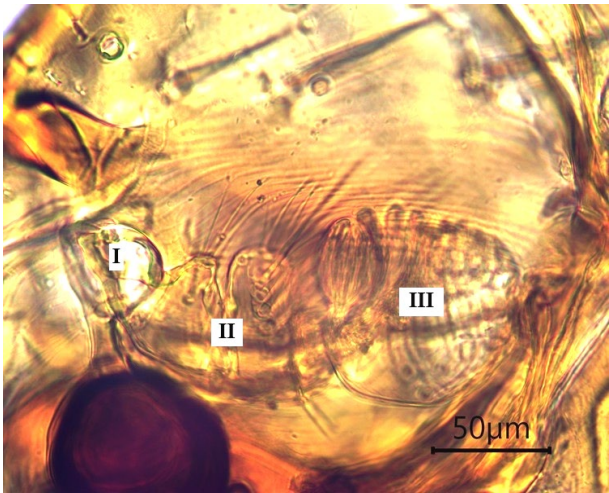


Fig. 1. The degree of *Ctenocephalides felis* fleas' antennal segments visibility at using the proposed method: I –the frontal antennal segment, II – the second antennal segment, III – the third antennal segment (club)

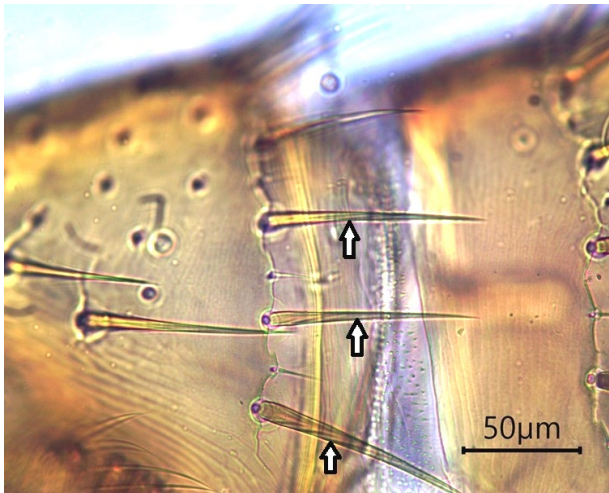


Fig. 2. The degree of *Ctenocephalides felis* fleas' parietal bristles visibility at using the proposed method

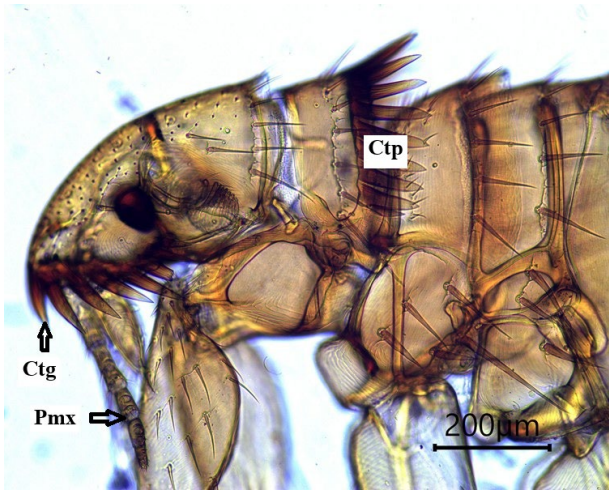


Fig. 3. The degree of *Ctenocephalides felis* fleas' body visibility at using the proposed method: Ctp – pronotum ctenidium, Ctg – main ctenidium, Pmx – maxillary palps

As a result of the conducted studies at comparing the proposed method and the method of preparing pathogens of the Mallophaga order *in toto*, it was found that the use of the proposed method for making total micro-preparations from fleas turned out to be more effective in terms of the general assessment of the coloring intensity of the fleas' body morphological structures (by 72.51 %, $P<0.001$) and the time required for making one micro-preparation (by 80.39 %, $P<0.001$) compared to the similar indicators in the method of preparing the pathogens of Mallophaga order *in toto* (**Table 2**).

The use of the proposed method allowed to obtain good, uniform coloring of all the fleas' antennal segments, as evidenced by the obtained high average score (4.91). At the same time, the use of the method for preparing pathogens of the order of Mallophaga *in toto* led to oversaturation of the above-mentioned morphological structures with dye, as indicated by the low obtained score (1.35).

Table 2

The comparative effectiveness of the methods for producing total preparations of *Ctenocephalides felis* fleas (M±SD, n=20)

Morphological structures of the body	Research method, points	
	proposed	preparation of pathogens of the Mallophaga order <i>in toto</i>
Frontal antennal segment	4.95±0.22	1.60±1.47***
Second antennal segment	4.90±0.31	1.20±0.89***
Third antennal segment	4.95±0.22	1.20±0.89***
Parietal bristles	4.85±0.37	1.40±1.23***
General assessment of coloring	4.91±0.05	1.35±0.19***
Time spent on making the total micro-preparation, min	14.05±1.82	71.35±2.08***

Notes: *** – P<0.001 – compared to the similar indicators of the proposed method.

Scientific literature indicates a considerable spread of *C. felis* fleas among the domestic cats' population, as well as the formers' danger as invasive agent and transmitter of diseases [4–6, 8, 9]. Therefore, timely and accurate diagnosing of fleas' species is a relevant direction for the research. For this purpose, it is necessary to produce high-quality micro-preparations. The researchers note the presence of a small number of methods for making micro-preparations from different insects, which have different efficacy. Therefore, we proposed the method for producing micro-preparations from *C. felis* fleas isolated from domestic cats, tested it and established its effectiveness.

The conducted studies have revealed that the proposed method is more effective as far as the general assessment of coloring intensity of the fleas' body morphological structures (by 72.51 %, P<0.001) and the time required to make one micro-preparation (by 80.39 %, P<0.001) compared to the similar indicators in the method of preparing the pathogens of the order of Mallophaga *in toto*. The use of the proposed method allowed to obtain good, uniform coloring of all the fleas' antennal segments, as evidenced by the obtained high average score (4.91).

The scientists mention about the known method of making permanent preparations from the fleas of *Ctenocephalides* genus *in toto* [19]. At the same time, the disadvantage of the method is the long procedure of preparing insects for fixation, which takes about 21 hours. Besides, the double clearing procedure in 3 % hydrogen peroxide solution and the mixture of juniper and caryophyllus oils leads to significant discoloration of separate morphological structures of the insect body, which can interfere with the study of flea morphology.

Also, the known method of preparing pathogens of the order of Mallophaga *in toto* [21] is known, which was used in the experiment to compare the effectiveness of the proposed method. The application of the former method led to oversaturation of the fleas' body morphological structures with dye, as indicated by the low score we obtained (1.35). In our opinion, the disadvantage of this method is the use of a 1 % alcohol solution of brilliant green as the dye. The use of this dye leads to oversaturation of the insect body covering, which makes the produced micro-preparation unsuitable for research.

Thus, the obtained results allow us to recommend the proposed method of producing micro-preparations from *C. felis* fleas to increase the effectiveness of microscopic studies for feline ctenocephalidosis.

Conclusions

It was found that the proposed method of making micro-preparations from *C. felis* fleas, which parasitize on cats, allows to get good and uniform coloring of the fleas' body morphological structures with naturally weak coloring (the frontal, second and third antennal segments, parietal bristles), at the same time not to oversaturate with dye the morphological structures with pronounced natural coloring (main ctenidium, maxillary palps). The technique for conducting the proposed method is quite fast, with an average of 14.05 minutes spent on the production of one micro-preparation.

Conflict of interest

The authors state that there is no conflict of interest.

References

- Linardi, P. M., & Santos, J. L. C. (2012). *Ctenocephalides felis felis* vs. *Ctenocephalides canis* (Siphonaptera: Pulicidae): some issues in correctly identify these species. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 21 (4), 345–354. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612012000400002>
- Paz, G. F., Avelar, D. M., Reis, I. A., & Linardi, P. M. (2015). Dynamics of *Ctenocephalides felis felis* (Siphonaptera: Pulicidae) infestations on urban dogs in Southeastern Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 52 (5), 1159–1164. <https://doi.org/10.1093/jme/tjv071>
- Rensch, G. P., & Elston, D. M. (2019). What's eating you? cat flea (*Ctenocephalides felis*) revisited. *Cutis*, 104 (3), 182–186.
- Wu, Y.-L., Hu, S.-F., Zhang, X.-L., Wang, H.-M., Pan, H.-Y., Liu, G.-H., & Deng, Y.-P. (2023). Complete bacterial profile and potential pathogens of cat fleas *Ctenocephalides felis*. *Acta Tropica*, 243, 106923. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2023.106923>
- Šlapeta, J., Lawrence, A., & Reichel, M. P. (2018). Cat fleas (*Ctenocephalides felis*) carrying *Rickettsia felis* and *Bartonella* species in Hong Kong. *Parasitology International*, 67 (2), 209–212. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2017.12.001>
- Moore, C., Lashnits, E., Neupane, P., Herrin, B. H., Lappin, M., André, M. R., & Breitschwerdt, E. B. (2023). Feeding on a *Bartonella henselae* infected host triggers temporary changes in the *Ctenocephalides felis* microbiome. *Pathogens*, 12 (3), 366. <https://doi.org/10.3390/pathogens12030366>
- Bowman, D. D. (2010). *Georgis Parasitologia Veterinária*. 9th. ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Moore, C., Breitschwerdt, E. B., Kim, L., Li, Y., Ferris, K., Maggi, R., & Lashnits, E. (2023). The association of host and vector characteristics with *Ctenocephalides felis* pathogen and endosymbiont infection. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1137059>
- Bouhsira, E., Ferrandez, Y., Liu, M., Franc, M., Boulouis, H.-J., & Biville, F. (2013). *Ctenocephalides felis* an *in vitro* potential vector for five *Bartonella* species. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 36 (2), 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2012.10.004>

10. Troyo, A., Álvarez, D., Taylor, L., Abdalla, G., Calderón-Arguedas, Ó., Zambrano, M. L., Dasch, G. A., Lindblade, K., Hun, L., Ereemeeva, M. E., & Estévez, A. (2012). *Rickettsia felis* in *Ctenocephalides felis* from Guatemala and Costa Rica. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 86 (6), 1054–1056. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2012.11-0742>
11. Almeida, G. P. S. de, Campos, D. R., Avelar, B. R. de, Silva, T. X. de A. da, Lambert, M. M., Alves, M. S. R., & Correia, T. R. (2020). Development of *Ctenocephalides felis felis* (Siphonaptera: Pulicidae) in different substrates for maintenance under laboratory conditions. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 29 (2), e022819. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612020047>
12. Sutton, G. P., & Burrows, M. (2011). Biomechanics of jumping in the flea. *Journal of Experimental Biology*, 214 (5), 836–847. <https://doi.org/10.1242/jeb.052399>
13. Franc, M., Bouhsira, É., & Beugnet, F. (2013). Direct transmission of the cat flea (*Ctenocephalides felis*) between cats exhibiting social behaviour. *Parasite*, 20, 49. <https://doi.org/10.1051/parasite/2013050>
14. Cadiegues, M.-C., Hourcq, P., Cantaloube, B., & Franc, M. (2000). First bloodmeal of *Ctenocephalides felis felis* (Siphonaptera: Pulicidae) on cats: Time to initiation and duration of feeding. *Journal of Medical Entomology*, 37 (4), 634–636. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-37.4.634>
15. Dryden, M. W., & Gaafar, S. M. (1991). Blood consumption by the cat flea, *Ctenocephalides felis* (Siphonaptera: Pulicidae). *Journal of Medical Entomology*, 28 (3), 394–400. <https://doi.org/10.1093/jmedent/28.3.394>
16. Thepparit, C., Hirunkanokpun, S., Popov, V. L., Foil, L. D., & Macaluso, K. R. (2013). Dissemination of bloodmeal acquired *Rickettsia felis* in cat fleas, *Ctenocephalides felis*. *Parasites & Vectors*, 6 (1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-149>
17. Mueller, R. S., Janda, J., Jensen-Jarolim, E., Rhyner, C., & Marti, E. (2015). Allergens in veterinary medicine. *Allergy*, 71 (1), 27–35. <https://doi.org/10.1111/all.12726>
18. Carlotti, D. N., & Jacobs, D. E. (2000). Therapy, control and prevention of flea allergy dermatitis in dogs and cats. *Veterinary Dermatology*, 11 (2), 83–98. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3164.2000.00204.x>
19. Yevstafieva, V. O., Horb, K. O., Horb, O. O., & Melnychuk, V. V. (2022). *Ktenotsefaloz sobak : monohrafiia*. Poltava : RVV PDAU [in Ukrainian]
20. Shohana, N. N., Hossain, Md. S., Labony, S. S., Ali, Md. H., Alim, Md. A., Nandi, A. K., & Anisuzzaman. (2025). The first report on cat flea (*Ctenocephalides felis*), a zoonotic haematophagous insect infestation in humans in Bangladesh: A case report and literature review. *Veterinary Medicine and Science*, 11 (6), e70637. <https://doi.org/10.1002/vms3.70637>
21. Yevstafieva, V. O., Klymenko, O. O., & Khyzhnia, L. Yu. (2013). *Patent na korysnu model No 85028*. Sposib pryhotuvannia zbudnykiv riadu Mallophaga in toto. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1134435/> [in Ukrainian]

ORCID

V. Melnychuk  <https://orcid.org/0000-0003-1927-1065>
 B. Havryk  <https://orcid.org/0009-0003-9723-7388>



2025 by the author(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.

The influence of combine drive design parameters on corn grain harvesting efficiency

D. Khvostenko | O. Gorbenko✉

Article info

Correspondence Author

O. Gorbenko

E-mail:

oleksandr.gorbenko@pdaa.edu.ua

Poltava State Agrarian

University,

Skovoroda Str., 1/3,

Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Khvostenko, D., & Gorbenko, O. (2025). The influence of combine drive design parameters on corn grain harvesting efficiency. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (3), 336–339. doi: 10.31210/spi2025.28.03.54

The article investigates the impact of design parameters of grain combine harvester drives on the productivity, efficiency, and quality of corn grain harvesting. Considering current requirements for agrotechnological processes, particular attention is paid to the type of power transmission, gear ratio, adaptability of control systems, and energy efficiency of the drives. The research was conducted under field test conditions using modified models of combine harvesters equipped with different types of drive systems: mechanical, hydraulic, and adaptive hydraulic. The conducted analysis proves that the design parameters of the drive system significantly influence the technical and operational performance during corn harvesting. Specifically, parameters such as transmission type, gear ratio, adaptability, and energy efficiency determine the operational stability, grain loss rate, fuel consumption, and the quality of grain cleaning. The study results showed that the most effective system is the adaptive hydraulic drive, which ensures productivity of 33.2 t/h, minimizes grain losses to 0.6%, and reduces specific fuel consumption to 1.5 L/t. Mathematical analysis revealed a high degree of correlation between productivity and grain losses, cleaning quality, and energy consumption, confirming the advisability of improving drives in the direction of flexible mode regulation. The scientific novelty of the work lies in identifying a quantitative relationship between the drive type and the combine's comprehensive efficiency indicators, justifying the implementation of adaptive hydraulic systems in harvesting machinery. The practical significance of the study lies in the possibility of applying the obtained results for modernizing the existing fleet of machines and developing new technical solutions aimed at increasing productivity and reducing energy consumption in the grain harvesting process. The obtained results can serve as a basis for improving the existing designs of grain harvesters and for developing new adaptive drive systems that meet energy-saving, reliability, and high-quality technological process requirements.

Keywords: combine harvester, productivity, drive, grain loss, energy efficiency.

Вплив конструктивних параметрів приводу комбайна на продуктивність збирання зерна кукурудзи

Д. В. Хвостенко | О. В. Горбенко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

У статті досліджено вплив конструктивних параметрів приводів зернозбиральних комбайнів на продуктивність, ефективність та якість збирання зерна кукурудзи. Враховуючи сучасні вимоги до агротехнічного процесу, особлива увага приділяється типу передавання енергії, передаточному числу, адаптивності систем керування та енергоефективності приводів. Дослідження проводилося в умовах польових випробувань із використанням модифікованих моделей комбайнів, оснащених різними типами приводних систем: механічним, гідравлічним та адаптивним гідравлічним. Проведений аналіз доводить, що конструктивні параметри приводної системи зернозбирального комбайна мають суттєвий вплив на техніко-експлуатаційні показники при збиранні зерна кукурудзи. Зокрема, параметри типу передавання, передаточного числа, адаптивності та енергоефективності визначають стабільність роботи, рівень втрат зерна, витрати пального та якість очищення продукції. Результати досліджень засвідчили, що найбільш ефективною є система з адаптивним гідравлічним приводом, яка дозволяє забезпечити продуктивність на рівні 33,2 т/год, мінімізувати втрати до 0,6 % і зменшити питомі витрати пального до 1,5 л/т. Математичний аналіз виявив високий ступінь кореляції між продуктивністю і втратами зерна, якістю очищення та витратами енергії, що підтверджує доцільність вдосконалення приводів у напрямку гнучкого регулювання режимів роботи. Наукова новизна роботи полягає у виявленні кількісної залежності між типом приводу та комплексними показниками ефективності комбайна, що дозволяє обґрунтувати доцільність впровадження адаптивних гідравлічних систем у зернозбиральну техніку. Практичне значення дослідження полягає в можливості застосування отриманих результатів для модернізації існуючого машинного парку та розробки нових технічних рішень, орієнтованих на підвищення продуктивності та зниження енергозатрат у зернозбиральному процесі. Отримані результати можуть бути використані як основа для вдосконалення існуючих конструкцій зернозбиральних машин, а також для розробки нових адаптивних приводів з урахуванням вимог енергоощадності, надійності та високої якості технологічного процесу.

Ключові слова: комбайн, продуктивність, привід, втрати зерна, енергоефективність

Бібліографічний опис для цитування: Хвостенко Д. В., Горбенко О. В. Вплив конструктивних параметрів приводу комбайна на продуктивність збирання зерна кукурудзи. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 336–339.

Introduction

In modern agro-industrial production, the efficiency of technological processes for harvesting grain crops, particularly maize [1, 2], plays a crucial role. Maize is a strategic crop for many countries around the world. Maize grain is widely used not only in the food industry, but also in animal husbandry, bioenergy, and pharmaceuticals. Given its economic and agronomic importance, improving the performance of harvesting machines – especially corn harvesters – has become an urgent issue [3].

Scientific literature highlights considerable attention to improving the design of harvesters, especially the drive systems that ensure the operation of key components of the machines [4]. In particular, publications from the United States, European Union countries, China, and Brazil actively explore ways to increase the technical and technological efficiency of harvesting machinery. The primary focus is on optimizing drive systems, which play a key role in ensuring stable, efficient, and energy-saving operation of harvesters under varying agrotechnical conditions [5, 6].

In their study, Zhang et al. [7] focused on improving harvesting mechanisms by reducing mechanical losses and increasing energy efficiency through the adaptation of drive speed modes. Similarly, Gu et al. [8] demonstrated that the use of computer modeling in the design of drive systems can reduce energy consumption by 10–15 %, which is particularly significant in the context of the ongoing energy crisis.

An important aspect in the design of combine harvesters is the precision of speed control. For example, Tang et al. [9] presented a multifunctional grain harvester that integrates both harvesting and baling functions. The use of electric drives with precise rotational speed control improved machine maneuverability, especially in areas with variable crop density. This highlights the potential of transitioning to electronically controlled systems capable of real-time adaptation to field conditions.

The publication by Nadai et al. [10] describes the use of a hybrid artificial neural network model to optimize the operational parameters of a combine harvester's drive system. Utilizing self-adaptive algorithms, the system autonomously adjusted the rotational modes of drums and conveyors according to real-time conditions, which led to a 12 % increase in productivity and a 7 % reduction in grain loss.

Ukrainian researchers [11] are also conducting studies aimed at improving combine harvester drive systems. However, most existing works focus on general technical specifications of the machines or individual components, without providing a comprehensive analysis of the relationship between the structural parameters of the drive system and actual harvesting performance under real agrotechnical conditions.

Studies [12–15] present an experimental evaluation of grain harvester operation in field conditions. The primary focus is on the influence of various technical parameters and operational conditions on harvesting efficiency. The research examines grain losses, fuel consumption, and operating speeds, drawing conclusions about

directions for machine improvement, particularly in the area of drive systems.

The core of the problem lies in the fact that the structural features of the drive system – such as the type of torque transmission, speed controllability, the type and characteristics of gearboxes, and the use of energy-saving technologies directly affect the stability of working units, the level of mechanical losses, and the uniformity of harvested material flow [16, 17]. Failure to account for these factors in the design and operation of harvesting machines may lead to reduced productivity, increased energy consumption, and deterioration of product quality [18–20].

The relevance of this research topic is driven by the need to enhance the competitiveness of domestic agricultural production, which requires technical modernization based on advanced engineering solutions. This is especially true for the drive systems of corn harvesters, whose efficiency determines the machine's performance under variable plant density, moisture levels, terrain unevenness, and other agrotechnical factors.

Therefore, studying the influence of the structural parameters of combine drive systems on the performance of corn grain harvesting is a crucial step toward the development of efficient, reliable, and energy-saving agricultural machinery adapted to the modern challenges of agricultural production.

The aim of the study

The study was conducted to determine the influence of the structural parameters of the drive system of a grain harvester on the performance and quality of corn grain harvesting under production field conditions.

Materials and methods

The primary subject of the research was John Deere combine harvesters, focusing specifically on the design of conveyor drives and feed drive systems.

The structural parameters under investigation included the type of transmission (mechanical or hydraulic), gearbox gear ratio, the presence of an adaptive speed control system, as well as the mass and placement of drive components. Corn harvesting was carried out over an area of 1 hectare with an average yield of 8.4 tons per hectare.

To assess harvester performance, the following methods were used: fuel consumption tracking, timing of the technological cycle, analysis of harvested grain mass per unit of time, and measurement of grain losses at different stages of the harvesting process. Grain cleaning quality was evaluated using a laboratory separator, and energy efficiency indicators were determined by calculating the specific fuel consumption per ton of harvested material.

The collected data were processed using Excel and MATLAB software, applying methods such as correlation analysis, regression modeling, and variance analysis. The results were presented in the form of graphs, diagrams, and tables, which made it possible to identify the relationships between the structural parameters of the

drive systems and the technical and operational indicators of the harvester.

Results and discussion

The conducted research made it possible to compare the efficiency of three types of drive systems used in grain harvesters: mechanical, hydraulic, and adaptive hydraulic (**Table 1**). The results were evaluated based on the following indicators: productivity, grain losses, fuel consumption, and grain cleaning quality.

Table 1

Research results on the structural parameters of different types of drive systems

Indicator	Mechanical	Hydraulic	Adaptive Hydraulic
Gear ratio	2,5	3,0	2,4–3,2
Productivity, t/h	25,6	28,8	33,2
Grain losses, %	1,1	0,9	0,6
Fuel consumption, L/t	1,9	1,7	1,5
Grain cleaning quality, %	89,5	91,2	93,8

The lowest productivity was observed in the harvester equipped with a mechanical drive – 25.6 t/h. This is attributed to limited speed control capabilities and the lack of adaptation to changing field conditions. The use of a hydraulic drive increases productivity to 28.8 t/h, while the highest efficiency is achieved with the adaptive hydraulic drive, reaching 33.2 t/h. This improvement is due to the presence of an automatic speed regulation system that adjusts the rotation of working units according to crop density, moisture content, and load.

A key indicator of technological efficiency is the grain loss level during harvesting. For the mechanical drive, it amounts to 1.1%, for the hydraulic drive – 0.9 %, while the adaptive hydraulic drive ensures minimal losses of only 0.6%. This is achieved through the stable operation of mechanisms that automatically adapt to real-time working conditions.

Specific fuel consumption per ton of harvested grain is 1.9 L/t for the mechanical drive, 1.7 L/t for the hydraulic drive, and only 1.5 L/t for the adaptive hydraulic drive. This indicates the higher energy efficiency of the latter, which is a crucial factor under rising energy costs.

Grain cleaning quality also varies significantly depending on the type of drive system. The mechanical drive provides 89.5 % purity, the hydraulic drive – 91.2 %, and the adaptive hydraulic drive – 93.8 %. This improvement is achieved through dynamic control of the sieving unit and ventilation systems, which adapt in real time to the characteristics of the harvested material.

The obtained results demonstrate that the use of an adaptive hydraulic drive ensures the best performance across all evaluation criteria. This highlights the potential for further implementation of such systems in mass production and for the modernization of the existing agricultural machinery fleet in Ukraine.

To identify the relationships between the technical parameters of combine drive systems and harvesting performance, a correlation analysis was conducted

(**Table 2**). The results showed that the grain loss rate had the strongest correlation (correlation coefficient: – 0.9997), indicating an almost linear inverse relationship: as grain losses decrease, productivity increases. A similarly strong inverse correlation was found between productivity and fuel consumption (–0.9959), which suggests more efficient machine performance with reduced energy use.

The strongest positive correlation was found between grain cleaning quality and productivity (0.9996), highlighting the advantage of modern systems capable of adapting to harvesting conditions and delivering high product quality. Meanwhile, the gear ratio showed a moderate positive correlation with productivity (0.5207), indicating a slightly higher influence of this parameter compared to previous findings, although it remains a non-dominant factor in the overall efficiency of the harvesting process.

Table 2

Correlation matrix of technical parameters

Gear ratio	1,00	0,52	-0,50	-0,60	0,50
Productivity, t/h	0,52	1,00	-1,00	-1,00	1,00
Grain losses, %	-0,50	-1,00	1,00	1,00	-1,00
Fuel consumption, L/t	-0,59	-1,00	1,00	1,00	-1,00
Grain cleaning quality	0,49	1,00	-1,00	-1,00	1,00

Overall, the results of the mathematical analysis confirm the effectiveness of adaptive hydraulic drives, which enable the reduction of losses, decrease in energy consumption, and improvement in grain cleaning quality, thereby significantly increasing the productivity of the harvesting machine.

Conclusions

1. The conducted analysis demonstrates that the structural parameters of the drive system in grain harvesters have a significant impact on the technical and operational performance indicators during corn grain harvesting. Specifically, parameters such as transmission type, gear ratio, adaptability, and energy efficiency determine the stability of operation, grain loss levels, fuel consumption, and product cleaning quality.

2. The study showed that the use of an adaptive hydraulic drive yields the best results – increasing productivity to 33.2 t/h, reducing grain losses to 0.6 %, lowering specific fuel consumption to 1.5 L/t, and improving cleaning quality to 93.8 %. It was established that adaptive drives ensure stable operation of the main technological systems of the machine through flexible regulation of speed and load modes. This contributes to optimizing grain cleaning quality, which reaches 93.8 % with the use of adaptive drives, a critical factor for enhancing the market value of the harvest.

3. The results of the correlation analysis confirmed a strong inverse relationship between productivity and both grain losses and fuel consumption, as well as a direct relationship with cleaning quality. This substantiates the necessity of improving drive systems specifically towards adaptability and energy efficiency.

4. The obtained results can serve as a basis for improving existing grain harvester designs as well as for developing new adaptive drives that meet the requirements of energy saving, reliability, and high technological process quality.

5. Further research should be directed toward the implementation of intelligent drive control systems based on machine learning, which will enable even greater efficiency in harvesting agricultural crops under variable load conditions.

Conflict of interest

The authors state that there is no conflict of interest.

References

1. Droukas, L., Doulgeri, Z., Tsakiridis, N. L., Triantafyllou, D., Kleitsiotis, I., Mariolis, I., Giakoumis, D., Tzovaras, D., Kateris, D., & Bochtis, D. (2023). A Survey of robotic harvesting systems and enabling technologies. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 107 (2). <https://doi.org/10.1007/s10846-022-01793-z>
2. Nowak, B. (2021). Precision agriculture: Where do we stand? A review of the adoption of precision agriculture technologies on field crops farms in developed countries. *Agricultural Research*, 10 (4), 515–522. <https://doi.org/10.1007/s40003-021-00539-x>
3. Dong, W., Wu, Y., Hu, H., Zhao, J., Liu, F., & Yan, J. (2025). Design and test of self-propelled wide and narrow row corn harvester. *Journal of Chinese Agricultural Mechanization*, 46 (2), 70–74. <https://doi.org/10.13733/j.jcam.issn.2095-5553.2025.02.011>
4. Prisyazhnaya, I. M., Sinogovskaya, V. T., Prisyazhnaya, S. P., & Sinogovskii, M. O. (2020). Harvester and transporting device development for high-quality soybean seeds obtaining. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 548 (6), 062078. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/6/062078>
5. Miralles, G. S., Biglia, A., Mattetti, M., Tortia, C., Gay, P., & Comba, L. (2025). Correlation between satellite multispectral imagery and combine harvester CANbus data for corn yield assessment. *Biosystems Engineering Promoting Resilience to Climate Change - AIIA 2024 - Mid-Term Conference*, 607–614.
6. Xie, Y., & Alleyne, A. (2014). Integrated design and control for header height control of combine harvesters. *Proceedings of the American Control Conference*, 2705–2710. <https://doi.org/10.1109/ACC.2014.6858794>
7. Zhang, J., Zhao, Z., Gao, Z., Tian, Y., Wang, D., & Xu, N. (2024). Peanut pickup combine harvester seedling vines crushing mechanism performance enhancement and pilot studies. *Agriculture*, 14 (9), 1635. <https://doi.org/10.3390/agriculture14091635>
8. Gu, X., Zhang, B., Tang, Z., Wang, M., & Liang, Y. (2022). Structure design and performance test of wheat combine harvester based on numerical modeling. *Recent Patents on Mechanical Engineering*, 15 (5), 515–531. <https://doi.org/10.2174/2212797615666220826121726>
9. Tang, Z., Li, Y., & Cheng, C. (2017). Development of multi-functional combine harvester with grain harvesting and straw baling. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15 (4), e0209. <https://doi.org/10.5424/sjar/2017154-11224>
10. Nadai, L., Felde, I., Ardabili, S., Gundoshmian, T. M., Gergo, P., & Mosavi, A. (2020). Performance analysis of combine harvester using hybrid model of artificial neural networks particle swarm optimization. *Electrical Engineering and Systems Science*, arXiv preprint arXiv:2002.11041. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2002.11041>
11. Zhuykov, O., Ivaniv, M., Sydiakina, O., & Vozniak, V. (2024). Agrobiological assessment of methods and regimes of combine harvesting of oil flax in the conditions of Southern Steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*, 25 (8), 24–31. <https://doi.org/10.12911/22998993/189539>
12. Špokas, L., Adamčuk, V., Bulgakov, V., & Nozdrovický, L. (2016). The experimental research of combine harvesters. *Research in Agricultural Engineering*, 62 (3), 106–112. <https://doi.org/10.17221/16/2015-RAE>
13. Hermann, D., Bilde, M. L., Andersen, N. A., & Ravn, O. (2018). Model-based cleaning fan speed control in a combine harvester: Part I – Identification and optimisation. *Biosystems Engineering*, 169, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.01.004>
14. Li, Y., Zhang, X. L., Yaoming, L., Liya, L., & Maolin, S. (2024). Modeling and control methods of a multi-parameter system for threshing and cleaning in grain combine harvesters. *Computers and Electronics in Agriculture*, 225, 109251. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109251>
15. Liang, Z., & Wada, M. E. (2023). Development of cleaning systems for combine harvesters: A review. *Biosystems Engineering*, 236, 79–102. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.10.018>
16. Umbataliyev, N., Smailova, G., Toilybayev, M., Sansyzbayev, K., Koshanova, S., & Bekmukhanbetova, S. (2023). Optimization of the technological process of threshing combine harvester. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (124)), 104–117. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.285697>
17. Fu, J., Xie, G., Ji, C., Wang, W., Zhou, Y., Zhang, G. et al. (2021). Study on the distribution pattern of threshed mixture by drum-shape bar-tooth longitudinal axial flow threshing and separating device. *Agriculture*, 11 (8), 756. <https://doi.org/10.3390/agriculture11080756>
18. Tang, Z., Li, X., Chen, X., Chen, Y. (2019). Design of negative pressure spiral feeding device for tangential and longitudinal axial intersection of combine harvester. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2019, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2019/1647230>
19. Mirzazadeh, A., Abdollahpour, S., Mahmoudi, A., Ramazani, B. (2012). Intelligent modeling of material separation in combine harvester's thresher by ANN. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4 (23), 1767–1777.
20. Yakhin, S. V., & Burlaka, O. A. (2020). Research on the influence of the operating modes of combine harvester's transportation lines on the quality of grain threshing. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 269–279. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.31>
21. Burlaka, O. A., Yakhin, S. V., Padalka, V. V., & Burlaka, A. O. (2021). 100 tons per hour, what is next? Let us compare and analyze characteristics of the latest models of highly productive combine harvesters. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 274–288. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.34>

ORCID

D. Khvostenko 

O. Gorbenco 

<https://orcid.org/0009-0007-3664-021X>

<https://orcid.org/0000-0003-2473-0801>



2025 by the author(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.

Журнал

«Scientific Progress & Innovations»

Том 28, № 3
2025

Підписано до друку з оригінал-макета 26.09.2025

Тираж 200 прим. Зам. № 19
Ум. друк. арк. 21,25. Формат 60х90/8

Відповідальний редактор: Мельничук В. В.
Літературний редактор: Дедушно А. В.
Куратор з індексів DOI: Коваленко В. О.
Комп'ютерна верстка та дизайн: Мельничук В. В.

Видавець і виготовлювач:

Полтавський державний аграрний університет
Адреса: 36003, вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, Україна
Тел. (0532) 500273, E-mail: pdau@pdau.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7933 від 13.09.2023 р.