

2024

SCIENTIFIC

Progress & Innovations



Vol. 27
Nº3



Scientific Progress & Innovations

УДК 001

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

Засновник, редакція, видавець:

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

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

Рік заснування: 1998

Мова видання:

українська, англійська

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Інтернет Вченою радою Полтавського державного аграрного університету
(протокол № 2 від 24 вересня 2024 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

UDC 001

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

Founder, Editorial and Publisher:

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

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

Year of foundation: 1998

Language edition:

Ukrainian, English

Recommended for printing and distribution via the Internet by the Academic Council of Poltava State Agrarian University
(Minutes No. 2 of September 24, 2024)

**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

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

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

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Голова Редакційної ради

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

Головний редактор

О. О. ГОРБ, к. с.-г. наук, (Україна)

Заступники голови Редакційної ради

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

Т. О. ЧАЙКА, к. екон. наук (Україна)

Заступник головного редактора

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

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

Редакційна колегія з галузі СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО:

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

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

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

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

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

Н. М. ОПАРА, к. с.-г. наук, (Україна)

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

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

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

М. РАЙФУР, док. габ. (Польща)

Т. П. РОМАШКО, к. хім. наук (Україна)

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

А. М. ШОСТЯ, д. с.-г. наук, (Україна)

Редакційна колегія з галузі ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА:

А. А. АНТИПОВ, к. вет. наук (Україна)

В. П. БЕРДНИК, д. вет. н. (Україна)

О. О. БОЙКО, к. біол. наук (Україна)

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

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

Б. П. КИРИЧКО, д. вет. н. (Україна)

Л. М. КОРЧАН, к. вет. наук (Україна)

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

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

С. М. КУЛИНИЧ, д. вет. н. (Україна)

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

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

О. Б. ПРИЙМА, к. вет. наук (Україна)

Редакційна колегія з галузі ТЕХНІЧНІ НАУКИ:

О. В. ГОРИК, д. тех. наук (Україна)

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

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

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

В. М. САКАЛО, к. тех. наук (Україна)

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

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

Члени Ради почесних членів:

А. БРЗОЗОВСКА, д. екон. наук (Польща)

З. ДАЦКО-ПІКІЄВІЧ, док. габ. (Польща)

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

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

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

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

Автор несе відповідальність за фактичний виклад матеріалу.

SCIENTIFIC JOURNAL

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

EDITORIAL BOARD

Chief of Editorial Council

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

Editor-in-chief

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

Deputy Head of Editorial Council

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

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

Deputy Chief Editor

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

MEMBERS OF THE EDITORIAL COUNCIL

Editorial board in the field of AGRICULTURE:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

M. RAJFUR, Dr. hab. (Poland)

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

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

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

Editorial Board in the field of VETERINARY MEDICINE:

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

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

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

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

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

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

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

O. V. 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.

ЗМІСТ

27 (3)

CONTENTS

<i>Сільське господарство. Рослинництво</i>	5	<i>Agriculture. Plant growing</i>
Тоцький В. М., Гангур В. В., Поляков І. А. Урожайність та якість насіння гібридів соняшнику (<i>Helianthus annuus</i> L.) залежно від системи удобрення	5	Totskyi V., Hanhur V., Poliakov I. Yield and quality of seed of sunflower hybrids (<i>Helianthus annuus</i> L.) depending on the fertilizer system
Поспелов С. В., Самородов В. М., Оніпко В. В., Калашнік О. П. Бінарні посіви як елемент стабілізації агроєкосистеми	12	Pospelov S., Samorodov V., Onipko V., Kalashnik O. Binary crops as an element of agroecosystem stabilization
Миколайко І. І. Формування елементів структури урожаю гірчиці залежно від сортових особливостей	19	Mykolaiko I. Formation of mustard harvest structure elements depending on varietal characteristics
Сєвідов В. П. Оцінка впливу позакореневого підживлення препаратом Плантафол на урожайність гібридів помідора (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	26	Sievidov V. Evaluation of the effect of foliar fertilization with Plantafol on the productivity of tomato hybrids (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)
Тетерюк Р. С., Кулик М. І. Аналіз сортів міскантусу за адаптивністю, врожайністю та енергопродуктивністю біомаси в умовах Лівобережного Лісостепу України	31	Kulyk M., Teteriuk R. Analysis of miscanthus varieties for adaptability, yield and energy productivity of biomass in the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine
<i>Сільське господарство. Тваринництво</i>	38	<i>Agriculture. Animal breeding</i>
Карбан Ю. В. Фізико-хімічні показники м'яких та зрілих сирів з молока від різних порід кіз	38	Karban Y. Physico-chemical parameters of soft and mature cheeses from milk from different breeds of goats
<i>Ветеринарна медицина</i>	43	<i>Veterinary medicine</i>
Дмитренко Н. І., Канівець Н. С., Кравченко С. О., Каришева Л. П., Перший А. О. Гіпотрофія цуценят на тлі вад розвитку	43	Dmytrenko N., Kanivets N., Kravchenko S., Karysheva L., Perviy A. Hypotrophy of puppies against the background of developmental defects
Кручиненко О. В., Михайлютенко С. М., Клименко О. С., Кравченко С. О. Визначення важких металів у свіжовиловленій рибі з річки Дніпро (Україна)	50	Kruchynenko O., Mykhailiutenko S., Klymenko O., Kravchenko S. Determination of heavy metals in freshly caught fish from the Dnipro River (Ukraine)
Ковальчук О. О., Томчук В. А., Данчук В. О., Карповський В. В. Стан еритропоєзу в організмі поросят за дії наносполук феруму та германію	55	Kovalchuk O., Tomchuk V., Danchuk V., Karpovsky V. The state of erythropoiesis in piglets under the influence of iron and germanium nanoparticles
Омельченко О. В. Антигельмінтна ефективність сучасних препаратів за паразитування в курей нематод <i>Heterakis gallinarum</i>	60	Omelchenko O. Anthelmintic effectiveness of modern preparations against <i>Heterakis gallinarum</i> nematodes parasitizing in chickens
Богач О. М., Богач М. В. Вплив еймеріостатиків на морфологічні показники крові поросят за змішаного перебігу ізоспорузу і криптоспоридіозу	70	Bohach O., Bogach M. The effect of eimeriostatics on the morphological indicators of the blood of piglets with a mixed course of isosporosis and cryptosporidiosis
Алалі Ф., Джавад М., Алхеснаві А. Ш. М., Алшімрі А. Поширення <i>Passalurus ambiguus</i> серед домашніх кролів (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) у провінції Кербела, Ірак	75	Alali F., Jawad M., Alhesnawi A. Sh. M., Alshimry A. Prevalence of <i>Passalurus ambiguus</i> in domestic rabbits (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) in Karbala province, Iraq
Замошніков В. О. Вплив хронічної хвороби нирок на серцево-судинну систему у собак: механізми розвитку кардіоренального синдрому	80	Zamoshnikov V. The effect of chronic kidney disease on the cardiovascular system in dogs: mechanisms of the development of cardiorenal syndrome
Кульбако О. В., Карповський В. І., Журенко О. В., Гришук І. А., Карповський П. В., Криворучко Д. І., Гришук А. В. Взаємозв'язок білкового обміну та автономної нервової системи у курей-несучок	89	Kulbako O., Karpovsky V., Zhurenko O., Hryshchuk I., Karpovsky P., Krivoruchko D., Hryshchuk A. Interrelation of protein metabolism and autonomic nervous system in laying hens
Строїч В. В., Горюк Ю. В. Характеристика латентного періоду стафілококових фагів, виділених за піодермії у собак	95	Stroich V., Horiuk Y. Characteristics of the latent period of staphylococcal phages isolated from pyoderma in dogs
Мушинський А. Б., Карчевська Т. М., Керничний С. П., Савчук Л. Б., Бетлінська Т. В. Паразитарні захворювання собак в умовах міської популяції	100	Mushynskiy A., Karchevska T., Kernychnyi S., Savchuk L., Betlinska T. Parasitic diseases of dogs in the urban population
Коломак І. О., Сахненко С. Ю., Кононенко Д. О., Овчаренко Д. Ю. Морфологія та морфометрія крові великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи	105	Kolomak I., Sakhnenko S., Kononenko D., Ovcharenko D. Morphology and morphometry of cattle's blood in the Ukrainian red-spotted dairy breed
Звенигородська Т. В., Шепель К. Ю., Дехнич І. С. Зміни клінічних показників у собак із дилатаційною кардіоміопатією	110	Zvenihorodska T., Shepel K., Dehnych I. Changes in clinical indicators in dogs with dilated cardiomyopathy
Долгін О. С. Паразитарне забруднення об'єктів довкілля яйцями нематод роду <i>Trichuris</i> у місті Полтава	115	Dolhin O. Parasitic contamination of environmental objects with nematode eggs of <i>Trichuris</i> genus in the city of Poltava

Yield and quality of seed of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) depending on the fertilizer system

V. Totskyi¹ | V. Hanhur²✉ | I. Poliakov²

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodymyr.hanhur@pdaa.edu.ua

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

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

Citation: Totskyi, V., Hanhur, V., & Poliakov, I. (2024). Yield and quality of seed of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) depending on the fertilizer system. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 5–11. doi: 10.31210/spi2024.27.03.01

The results of the research conducted at the Poltava State Agricultural Research Station named after M. Vavilov in 2022–2023 showed a positive effect of the fertilizer system on the yield and seed quality of sunflower hybrids of different maturity groups. The combination of foliar application with urea at the rate of 10 kg ha⁻¹ and mineral fertilization with N₃₂P₃₂K₃₂ increased the yield of hybrids Kadet, Yarylo, Vyrii at the level of 3.11, 2.75, 3.18 t ha⁻¹, which more than in the control (without any fertilizers) by 0.41 t ha⁻¹, 0.38 t ha⁻¹ and 0.47 t ha⁻¹, respectively. A significant increase in yield (0.32–0.42 t ha⁻¹) compared to the control was also observed in the variant where foliar application with Potassium humate (0.4 l ha⁻¹) was carried out at a similar dose of mineral fertilizers. In this variant of fertilization it was obtained the average yield of the hybrids Kadet – 3.06 t ha⁻¹, Yarylo – 2.69 t ha⁻¹, Vyrii – 3.13 t ha⁻¹ or 0.02–0.10 t ha⁻¹ less than the previous variant of fertilizers use. In the variant of combination of mineral fertilization (N₁₂P₅₂), and foliar plant application with urea (10 kg ha⁻¹) or Potassium humate (0.4 l ha⁻¹), the yield of hybrids was in the range of 2.55–3.01 t ha⁻¹, which exceeds the control (without fertilizers) by 0.14–0.30 t ha⁻¹. In the experiment, the oil content in the kernel of sunflower seeds varied depending on the dose of mineral fertilizers and the type of foliar plant application. It was found that the greatest amount of oil in the seeds (51.4 %) of the early-maturing hybrid Kadet and the mid-early maturing hybrid Yarylo was obtained by foliar application of Potassium humate stimulant at a dose of mineral fertilizers N₃₂P₃₂K₃₂. The maximum oil content in seeds of the mid-maturing hybrid Vyrii (51.0 %) was observed in the variant of combination of foliar application with urea (10 kg/ha) and mineral fertilization with N₁₂P₅₂. The combination in the sunflower plant nutrition system the main application of mineral fertilizers and foliar application of sunflower plants in the phase of 5–6 pairs of leaves led to the highest oil yield per unit area (1229–1422 kg ha⁻¹).

Keywords: sunflower (*Helianthus annuus* L.), hybrid, mineral fertilizers, foliar application, yield, oil content, oil yield.

Урожайність та якість насіння гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) залежно від системи удобрення

В. М. Тоцький¹ | В. В. Гангур² | І. А. Поляков²

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

²Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

За результатами досліджень проведених на Полтавській ДСГДС ім. М. І. Вавилова впродовж 2022–2023 рр., виявлено позитивний вплив системи удобрення на показники урожайності та якості насіння гібридів соняшнику. Застосування позакореневого підживлення рослин карбамідом 10 кг/га на фоні мінеральних добрив N₃₂P₃₂K₃₂ забезпечило одержання врожайності гібридів Кадет, Ярило, Вирій на рівні, відповідно 3,11; 2,75; 3,18 т/га, що на 0,41 т/га, 0,38 т/га і 0,47 т/га більше порівняно з контролем (без добрив). Істотне підвищення врожайності (0,32–0,42 т/га), порівняно з контролем, спостерігали також і на варіанті, де позакоренево підживлення рослин проводили стимулятором гумат калію (0,4 л/га) на фоні аналогічної дози мінеральних добрив. Середня врожайність гібриду Кадет за даного варіанту удобрення становила 3,06 т/га, Ярило – 2,69 т/га, Вирій – 3,13 т/га або поступалася попередньому варіанту удобрення на 0,02–0,10 т/га. У разі внесення мінерального удобрення дозою N₁₂P₅₂, а також позакореневого підживлення рослин карбамідом (10 кг/га) або гумат калію (0,4 л/га) урожайність гібридів знаходилися в межах 2,55–3,01 т/га, що перевищує контроль (без добрив) на 0,14–0,30 т/га. Встановлено, що найбільше олії у насінні ранньостиглого гібриду Кадет та середньораннього Ярило накопичувалося за позакореневого підживлення рослин стимулятором гумат калію на фоні внесення мінеральних добрив у дозі N₃₂P₃₂K₃₂ – 51,4 %. Середньостиглий гібрид Вирій формувал максимльний показник олійності на варіанті із позакореневим підживленням посівів карбамідом (10 кг/га) на фоні мінеральних добрив N₁₂P₅₂ – 51,0 %. Поєднання в системі живлення рослин соняшнику основного внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення посівів у фазу 5–6 пар листків сприяло одержанню найвищого збору олії з одиниці площі (1229–1422 кг/га).

Ключові слова: соняшник (*Helianthus annuus* L.), гібрид, мінеральні добрива, підживлення, урожайність, вміст олії, збір олії.

Бібліографічний опис для цитування: Тоцький В. М., Гангур В. В., Поляков І. А. Урожайність та якість насіння гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) залежно від системи удобрення. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 5–11.

Вступ

Для збільшення врожайності та поліпшення якості насіння соняшнику важливе місце в технології вирощування культури посідає застосування мінеральних добрив. Проведення такого агротехнічного заходу сприяє збільшенню вмісту у ґрунті доступних для рослин елементів мінерального живлення. Поряд з тим рівень споживання рослинами елементів живлення залежить від ґрунтово-кліматичних умов. Тому необхідний науково-обґрунтований підхід до розроблення системи удобрення культури, яка буде визначати їх кількість, правильне співвідношення елементів живлення, що дасть змогу створити оптимальні умови для росту та розвитку рослин. Основою для одержання значно вищих і сталих урожаїв є забезпечення повною мірою рослин соняшнику, головним чином макроелементами. За результатами досліджень, проведених у Степу України, у разі застосування тукоsumіші діамофоски (100 кг/га) із аміачною селітрою (50 кг/га) було одержано врожайність насіння 2,74 т/га, що на 1,08 т/га або 65,1 % більше відносно ділянки, де мінеральних добрив не вносили [1]. У Поліссі, на природно бідних за своїм фізико-хімічним складом ґрунтах, приріст урожаю насіння соняшнику від використання мінерального удобрення у дозі $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{46}$ (нітроамофоска 200 кг/га + сечовина 75 кг/га) становив 1,66–1,72 т/га або 281–322 %. За внесення добрив у дозі $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{46}$ (діамофос 200 кг/га + сечовина 75 кг/га) та $P_5K_{55} + N_{46}$ (фосфорно-калійне добриво 20 кг/га + сечовина 75 кг/га) урожайність культури збільшилася відносно контролю, відповідно на 1,76–1,82 і 1,85–1,97 т/га [2]. Однак результати досліджень свідчать, що використання лише макродобрив або високих норм азоту не забезпечує досягнення бажаного результату, зокрема у напрямку отримання продукції із високими якісними показниками. Тому важливим у системі удобрення є забезпечення рослин необхідною кількістю мікроелементів. Найкращим способом задовольнити потреби рослин у мікроелементах є проведення позакоренових підживлень посівів у фазі найбільшої потреби рослин у їх достатній наявності. Мікроелементи значно швидше засвоюються листковою поверхнею, ніж кореневою системою рослин. Водночас відбувається збалансоване забезпечення рослин усіма макро- й мікроелементами [3, 4]. Для підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу соняшнику важливу роль відіграє сумісне застосування різних мікроелементів у баковій суміші [5]. Дослідженнями відзначено збільшення врожайності насіння гібридів соняшнику на 26,2–28,3 % за подвійного позакоренового підживлення рідкими комплексними мікродобривами у фазі 5–7 справжніх листків та у фазі бутонізації [6]. Дворазовий обробіток рослин соняшнику рістрегулюючим препаратом дає змогу підвищити врожайність на неудобреному фоні на 0,22 т/га (13,6 %), а на фоні $N_{30}P_{45} + N_{60}P_{90}$, відповідно на 0,27 т/га (14 %) і 0,23 т/га (11,1 %). У разі використання біофунгіцидів у чистому вигляді, врожайність насіння гібридів соняшнику збільшується на 8,7–10,2 %, а у комбінації із стимуляторами росту на 22,4–27,9 % [7, 8].

Попередні результати досліджень Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова свідчать, що поєднання основного внесення мінеральних добрив та позакоренового підживлення рослин мікродобривами сприяє істотному підвищенню врожайності соняшника [9, 10]. Позитивний вплив внесення добрив проявляється не лише на підвищенні рівня урожаю, але й на якісних його показниках, зокрема олійності насіння. Встановлено, що науково-обґрунтоване застосування добрив забезпечує підвищення вмісту олії в насінні. Посилене азотне живлення впродовж міжфазного періоду «утворення кошика – цвітіння», й помірно – після цвітіння дає змогу отримати і високий урожай, і виводить вміст олії на ефективний рівень [11]. Однак існують твердження про зниження вмісту олії у насінні соняшнику у разі застосування добрив. Водночас застосування рістстимулюючих препаратів сприяє збільшенню цього показника [12–14]. Чим вищий вміст олії, тим вища якість насіння та його придатність для виробництва олії. Вміст олії враховується також і за визначення ціни на насіння соняшнику. Незважаючи на державний стандарт для соняшнику, переробники намагаються встановити власні вимоги до базових кондицій насіння і таким чином знайти додаткові підстави для регулювання вартості товарної продукції [15, 16]. Зважаючи на це, отримання високоякісної продукції є важливим завданням у технології вирощування соняшнику.

В огляді наукових публікацій іноземних авторів для досягнення високих показників врожайності соняшнику застосовують підвищені дози добрив. Так, дослідження, які були проведені в Дашт-е-Наз (Сарі, Іран) свідчать, що використання мінеральних добрив дозою $N_{46}P_{50}K_{50}$ сприяло отриманню врожайності насіння на рівні 3,97 т/га. Збільшення дози добрив у 1,5 разу сприяло підвищенню врожайності до 4,81 т/га [17]. За результатами проведених досліджень в Бангладеші, на супіщаних і добре дренованих ґрунтах, внесення різних добрив поступово підвищувало врожайність насіння соняшнику. Найвищий урожай насіння (2,39 т/га) був за комбінованого застосування добрив (180 кг сечовини, 160 кг TSP, 150 кг MoP , 150 кг гіпсу, 8 кг сульфату цинку, 10 кг борної кислоти та 80 кг сульфату магнію на гектар), що на 0,49 т/га більше порівняно з варіантом без добрив [18]. В несприятливих умовах Східної Яви (Індонезія) збільшення врожайності спостерігали у разі підвищення дози до $N_{150}P_{75}K_{50}$. Внесення цієї дози добрив сприяло отриманню найвищого урожаю насіння – 2,74 т/га. Подальше збільшення калію до 75 кг/га призводило до зменшення врожайності майже на 0,2 т/га [19]. Поєднання органічних та неорганічних добрив в умовах Туреччини позитивно впливало на всі параметри рослини. Найвища врожайність насіння (4,85 т/га) була отримана від спільного використання азоту та біогумусу [20]. Проведення позакоренових підживлень на дослідних полях, розташованих на Західній рівнині Румунії показали, що найвищу врожайність (3,7 т/га) було отримано на варіантах, де до азоту і фосфору додавали мікроелементи, особливо бор [21].

Таким чином, проведений короткий аналіз літературних джерел свідчить про ефективність макро- та мікродобрив, регуляторів росту в управлінні як продуктивністю, так і якістю врожаю соняшнику. Зважаючи на вище зазначене актуальним є проведення досліджень із встановлення оптимальної системи удобрення для сучасних біотипів соняшнику та їх вплив на рівень реалізації продуктивного потенціалу і якісні характеристики врожаю за вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив системи удобрення на урожайність та олійність насіння гібридів соняшнику різних груп стиглості в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Завдання дослідження – дослідити вплив системи удобрення на урожайність та олійність насіння гібридів соняшнику.

Матеріали і методи

Дослідження проводили упродовж 2022–2023 рр., на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ НААН.

Схемою досліду передбачалося вивчення трьох гібридів соняшнику, зокрема ранньостиглого Кадет, середньораннього Ярило, середньостиглого Вирій (селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН) та семи варіантів удобрення:

- 1) $N_{32}P_{32}K_{32}$;
- 2) $N_{32}P_{32}K_{32}$ + позакореневе підживлення рослин карбамідом (10 кг/га у фізичній вазі) у фазу 5–6 пар листків;
- 3) $N_{32}P_{32}K_{32}$ + позакореневе підживлення рослин стимулятором гумат калію (0,4 л/га) у фазу 5–6 пар листків;
- 4) $N_{12}P_{52}$;
- 5) $N_{12}P_{52}$ + позакореневе підживлення рослин мікродобривом гумат калію (0,4 л/га) у фазу 5–6 пар листків;
- 6) $N_{12}P_{52}$ + позакореневе підживлення рослин карбамідом (10 кг/га у фізичній вазі) у фазу 5–6 пар листків;
- 7) без добрив (контроль).

Таблиця 1

Урожайність гібридів соняшнику залежно від системи удобрення, т/га

Варіанти удобрення (фактор В)	Гібридів соняшнику (фактор А)								
	Кадет			Ярило			Вирій		
	2022	2023	середнє	2022	2023	середнє	2022	2023	середнє
$N_{32}P_{32}K_{32}$	3,03	3,02	3,03	2,61	2,72	2,67	3,00	3,16	3,08
$N_{32}P_{32}K_{32}$ + карбамід 10 кг/га	3,10	3,12	3,11	2,71	2,79	2,75	3,08	3,28	3,18
$N_{32}P_{32}K_{32}$ + гумат калію 0,4 л/га	3,07	3,05	3,06	2,64	2,74	2,69	3,06	3,20	3,13
$N_{12}P_{52}$	2,79	2,89	2,84	2,46	2,64	2,55	2,80	2,99	2,90
$N_{12}P_{52}$ + гумат калію 0,4 л/га	2,87	2,99	2,93	2,50	2,73	2,62	2,88	3,08	2,98
$N_{12}P_{52}$ + карбамід 10 кг/га	2,95	2,99	2,97	2,54	2,77	2,66	2,90	3,12	3,01
Без добрив (контроль)	2,70	2,71	2,71	2,28	2,47	2,38	2,64	2,79	2,72
2022 р. НІР _{0,95} фактор А – 0,06 т/га; фактор В – 0,09 т/га; взаємодія факторів АВ – 0,16 т/га.									
2023 р. НІР _{0,95} фактор А – 0,19 т/га; фактор В – 0,28 т/га; взаємодія факторів АВ – 0,49 т/га.									

Технологія вирощування соняшнику в досліді передбачала використання загальноприйнятих для ґрунтово-кліматичної зони агротехнічних заходів та прийомів. Закладення досліду, проведення обліків і спостережень виконували відповідно до вимог загально визначених методик ведення польових дослідів у землеробстві та рослинництві.

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

Клімат зони помірно-континентальний, для якого характерне нестійке зволоження, холодна зима і жарке, а часто посушливе літо. Середньобаторічна температура повітря дорівнює 7,7°C, а сума опадів – 508 мм. За вегетаційний період середня температура повітря становить 19,1°C, а кількість атмосферних опадів – 214,5 мм. Погодні умови впродовж років досліджень були дещо відмінними від середніх багаторічних значень основних метеорологічних показників. Так, за вегетаційний період 2022 р., сума опадів склала 216,4 мм, а середня температура повітря – 20,6°C, що перевищує норму, відповідно на 1,9 мм і 1,5°C. Впродовж вегетаційного періоду 2023 р., опадів випало на 63,2 мм більше середнього багаторічного значення, а середня температура повітря перевищувала норму на 1,5°C. Гідротермічний коефіцієнт дорівнював відповідно 0,85 та 1,09 за середнього багаторічного показника 0,91.

Результати та їх обговорення

За результатами проведених досліджень виявлено, що урожайність насіння соняшнику залежала як від рівня мінерального живлення, так і від біологічних особливостей гібридів. Результати досліджень свідчать, що у разі удобрення соняшнику мінеральними добривами у дозі $N_{32}P_{32}K_{32}$ спостерігали збільшення урожайності соняшнику, порівняно з варіантом без добрив, на 0,29–0,37 т/га (*табл. 1*).

Застосування позакореневого підживлення рослин карбамідом 10 кг/га на фоні мінеральних добрив $N_{32}P_{32}K_{32}$ дало змогу підвищити врожайність гібридів порівняно з попереднім варіантом на 0,08–0,10 т/га. Приріст урожайності насіння до контролю (без добрив) дорівнював, відповідно 0,41, 0,38 і 0,47 т/га. Істотне підвищення врожайності спостерігали також на варіанті із позакореневим підживленням рослин гуматом калію (0,4 л/га) на фоні мінерального удобрення $N_{32}P_{32}K_{32}$, яке перевищувало контроль на 0,32–0,42 т/га. За внесення мінерального удобрення дозою $N_{12}P_{52}$, а також позакореневого підживлення рослин карбамідом (10 кг/га) або гуматом калію (0,4 л/га) на їх фоні, відзначено зменшення урожайності гібридів порівняно з попередніми варіантами. Однак, відносно контролю (без добрив) урожайність гібридів була більшою на 0,14–0,30 т/га.

За роками досліджень істотних змін щодо впливу варіантів удобрення на рівень насінневої продуктивності гібридів соняшнику не було відзначено. Однак більш сприятливі умови вирощування для гібридів Кадет, Ярило, Вирій склалися у 2023 р. Середня врожайність їх у досліді становила, відповідно 2,97 т/га, 2,69 т/га, 3,09 т/га, що на 0,04–0,18 т/га більше, ніж у 2022 р.

В наших дослідженнях добрива та гібриди також впливали і на вміст олії в насінні соняшнику.

За отриманими даними, внесення мінеральних добрив дозами $N_{32}P_{32}K_{32}$ та $N_{12}P_{52}$ зумовило зменшення олійності насіння, порівняно з варіантом без добрив, у середньому в гібриду Кадет, відповідно на 0,6 і 0,3, Ярило – на 0,9 і 0,5, Вирій – на 0,6 і 0,3 % (абсолютних) (*табл. 2*). Однак у разі фоліарного підживлення рослин культури під час вегетації карбамідом або стимулятором гумат калію на фоні мінеральних добрив, спостерігали збільшення вмісту олії у насінні. Так, у гібриду Кадет, вміст олії на вище зазначених варіантах удобрення підвищився, порівняно із використанням мінеральних добрив у чистому виді, відповідно на 1,0 і 1,2 та 0,7 % (абсолютних), у гібриду Ярило – на 1,3 і 1,9 та 0,6 і 0,9 % (абсолютних), у гібриду Вирій – на 1,3 і 1,2 та 0,9 і 1,2 % (абсолютних).

Аналіз результатів за роками досліджень свідчить про деяку відмінність між ними за впливом на олійність насіння соняшнику. Так, у 2022 р., середній вміст олії у насінні по досліді становив у гібриду Кадет – 48,4 %, Ярило – 48,3 %, Вирій – 50,0 %. Найбільше накопичувалося олії в насінні гібриду Кадет, Ярило, Вирій за позакореневого підживлення рослин карбамідом на фоні мінеральних добрив $N_{12}P_{52}$, відповідно 49,0 %, 48,7 %, 50,9 %, що на 0,3–1,3 % більше ніж на варіанті без добрив (*рис. 1*).

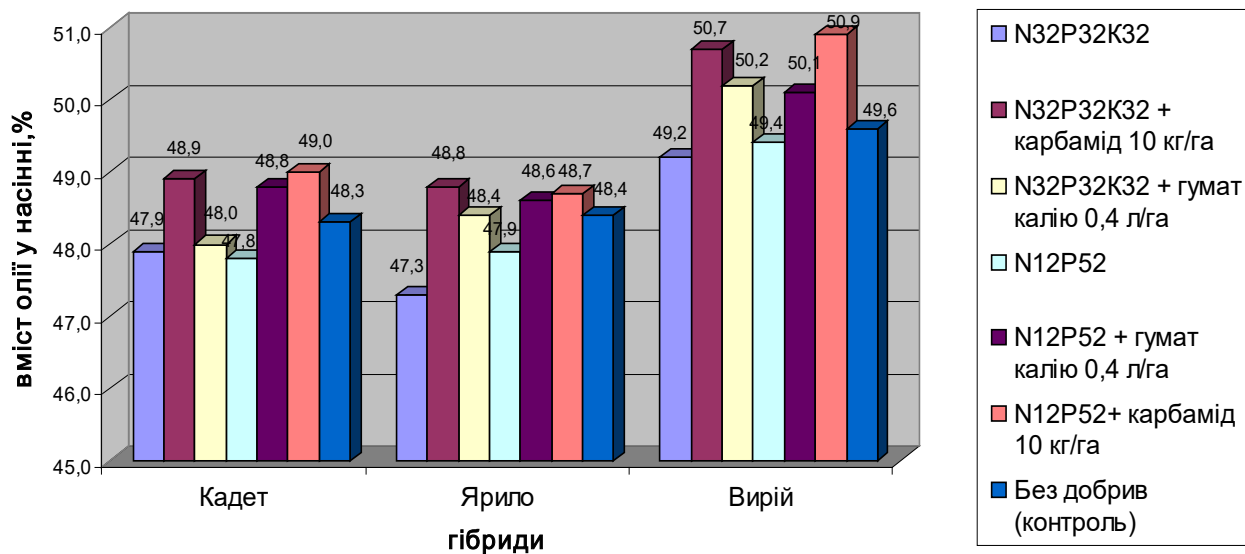


Рис. 1. Вплив системи удобрення на вміст олії у насінні гібридів соняшнику в умовах 2022 р.

У 2023 р., погодні умови були більш сприятливими для нагромадження олії в насінні соняшнику. В середньому за варіантами удобрення олійність насіння у гібриду Кадет становила 53,4 %, Ярило – 52,5 %, Вирій – 50,7 %. В даному році найбільш позитивний вплив на олійність насіння забезпечило позакореневе підживлення рослин гуматом калію на фоні мінеральних добрив $N_{32}P_{32}K_{32}$. За такої системи удобрення вміст олії в насінні гібридів соняшнику дорівнював, відповідно 54,7 %, 54,3 %, 51,1 %, або перевищував контроль (без добрив), відповідно на 1,5, 2,0 і 0,6 % (абсолютних) (*рис. 2*).

Також слід відмітити вплив погодних умов на реакцію кожного гібрида щодо накопичення олії в насінні. Як уже зазначалося найбільший вміст олії в насінні гібридів формувалася в умовах 2023 р. Порівняно з попереднім роком різниця за вмістом олії в насінні гібридів Кадет, Ярило, Вирій становила, відповідно 5,0, 4,2, 0,7 %. Виходячи з цього можна констатувати, що більш вираженою була реакція гібридів Кадет, Ярило на зміну погодних умов. Однак гібрид Вирій був більш пластичним і менше реагував на умови вирощування того чи іншого років.

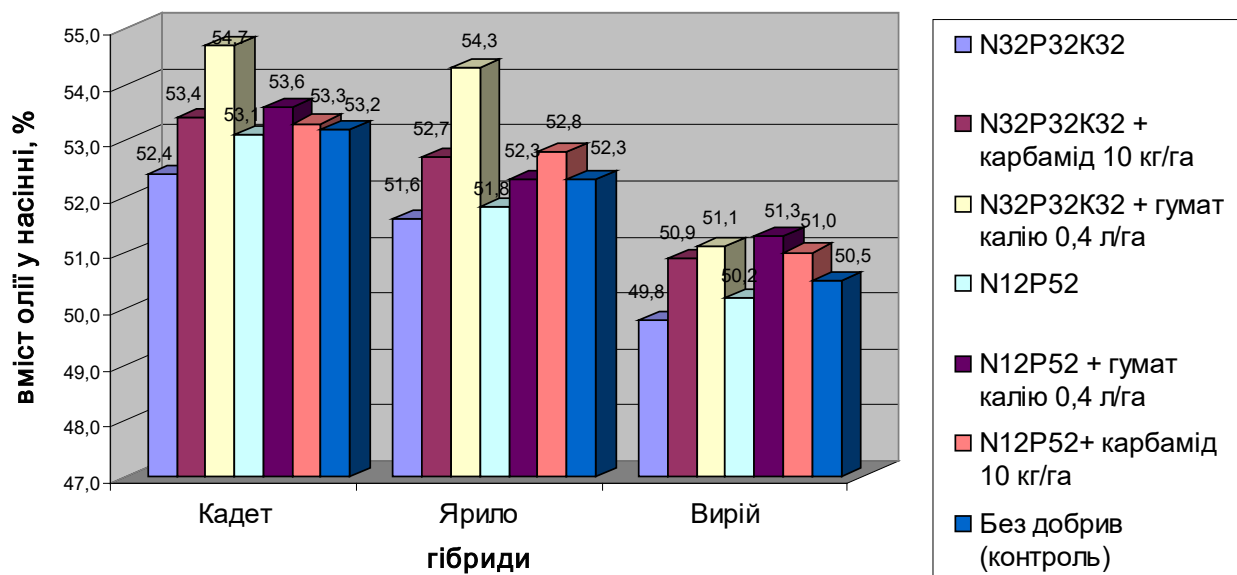


Рис. 2. Вплив системи удобрення на вміст олії у насінні гібридів соняшнику в умовах 2023 р.

Поряд з вмістом олії в насінні важливе місце займає показник збору олії з одиниці площі. В середньому за два роки найвищі показники збору олії були на кращих за урожайністю варіантах – 1401 кг/га, 1229 кг/га і 1422 кг/га відповідно до гібридів (табл. 2).

За рахунок основного внесення мінеральних добрив дозою $N_{32}P_{32}K_{32}$ та позакореневого підживлення рослин мікродобривами цей показник вдалося збільшити, порівняно до контролю (без добрив), у гібриду Кадет на 190, Ярило – 174, Вирій – 223 кг/га.

Таблиця 2

Збір олії з одиниці площі гібридів соняшнику залежно від системи удобрення (середнє 2022–2023 рр.)

Варіанти удобрення	Кадет			Ярило			Вирій		
	Урожайність, т/га	Вміст олії у насінні, %	Збір олії, кг/га	Урожайність, т/га	Вміст олії у насінні, %	Збір олії, кг/га	Урожайність, т/га	Вміст олії у насінні, %	Збір олії, кг/га
$N_{32}P_{32}K_{32}$	3,03	50,2	1339	2,67	49,5	1163	3,08	49,5	1342
$N_{32}P_{32}K_{32}$ + карбамід 10 кг/га	3,11	51,2	1401	2,75	50,8	1229	3,18	50,8	1422
$N_{32}P_{32}K_{32}$ + гумат калію 0,4 л/га	3,06	51,4	1384	2,69	51,4	1217	3,13	50,7	1396
$N_{12}P_{52}$	2,84	50,5	1262	2,55	49,9	1120	2,90	49,8	1271
$N_{12}P_{52}$ + гумат калію 0,4 л/га	2,93	51,2	1320	2,62	50,5	1164	2,98	50,7	1330
$N_{12}P_{52}$ + карбамід 10 кг/га	2,97	51,2	1338	2,66	50,8	1189	3,01	51,0	1351
Без добрив (контроль)	2,71	50,8	1211	2,38	50,4	1056	2,72	50,1	1199

Таким чином, одержані результати досліджень свідчать про ефективність поєднання основного внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення посівів, за впливом на реалізацію продуктивного потенціалу гібридів соняшнику. Так, серед варіантів застосування добрив у чистому виді, перевага за внесення 200 кг/га нітроамофоски, порівняно із використанням 100 кг/га амофосу. Різниця в урожайності насіння у гібридів Кадет, Ярило, Вирій становила, відповідно 0,19; 0,12; 0,18 т/га або 6,7; 4,7; 6,2 %. Слід відзначити, що вище зазначені варіанти удобрення мали зворотній вплив на олійність насіння соняшнику. Вище значення цього показника за вирощування гібридів Кадет, Ярило, Вирій на фоні внесення $N_{12}P_{52}$. Що стосується підживлення посівів то результати досліджень свідчать про більш виражений вплив, на урожайність

насіння гібридів, використання 10 кг/га карбаміду. Вміст жиру в насінні гібридів соняшнику не зазнавав істотних змін як за позакореневого підживлення карбамідом (10 кг/га), так і гуматом калію (0,4 л/га), тобто можна вважати рівноцінним вплив цих речовин на якісні показники насіння культури.

Результати досліджень, які одержано рядом науковців, підтверджують високу ефективність мінерального живлення в управлінні продуктивністю і якістю врожаю соняшнику. Так, В. В. Гамаюнова, В. С. Кудріна [22], вважають, що проведення позакореневого підживлення посівів мікроелементами, за основними фазами періоду вегетації, забезпечує істотне підвищення врожайності, особливо на бідних ґрунтах. Краще, коли макро- і мікроелементи одночасно надходять у рослини, оскільки мікроелементи підвищують засвоєваність

основних елементів живлення. В інших дослідках вище зазначених науковців, у разі позакореневого підживлення посівів у фазі утворення 3–4 пари листків і формування кошиків, спостерігали збільшення урожайності соняшнику у середньому від 8,3 до 39,3 %, порівняно із контролем. Відзначено, що оптимізація мінерального живлення рослин сприяла не лише зростанню урожайності, але й підвищенню вмісту жиру в насінні соняшнику та збільшенню збору олії з одиниці площі на 20–40 % відносно контролю [5].

Дослідженнями проведеними в умовах недостатнього зволоження виявлено, що використання добрив та біопрепаратів у технології вирощування соняшнику сприяє підвищенню врожайності та збільшенню маси 1000 насінин [23].

У дослідках С. В. Коковіхіна, В. В. Нестерчука, Ю. М. Носенка [24], встановлено, що підживлення посівів соняшнику комплексними добривами, зокрема препаратом Майстер, забезпечило підвищення урожайності на 10–19 % та покращення якості насіння. Серед факторів, що досліджували, найбільш вагомими за впливом на формування врожайності насіння були біологічні особливості гібридів та добрива, частка яких перевищувала 30 %, а в окремі роки досягала 35–40 %.

За результатами досліджень одержаних в умовах Західного Лісостепу відзначено індивідуальний вплив мікродобрив на рослини різних біотипів соняшнику. Встановлено, що підживлення мікродобривом Еколист моно бор виявилось більш ефективним на посівах гібридів середньоранньої групи, а гібриди середньостиглої групи краще реагували на застосування препарату Реаком-хелат бор. Їх застосування забезпечило підвищення урожайності насіння культури на 11,1–26,4 % [25].

Висновки

За результатами польового експерименту виявлено позитивну реакцію гібридів соняшнику на різні рівні мінерального живлення посівів. Встановлено, що у середньому за 2022–2023 рр., найвищу врожайність насіння формували гібриди соняшнику різних груп стиглості на фоні внесення у якості основного удобрення 200 кг/га нітроамофоски та позакореневого підживлення посівів карбамідом (10 кг/га) у фазу 5–6 пар листків (Кадет – 3,11 т/га, Ярило – 2,75 т/га, Вирій – 3,18 т/га). Цей варіант удобрення забезпечив і максимальний збір олії з гектара. Внесення 100 кг/га амофосу виявилось менш ефективним за впливом на урожайність культури, однак його використання сприяло підвищенню вмісту жиру в ядрі насіння гібридів соняшнику.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні більш широко спектру варіантів основного удобрення, препаратів для позакореневого підживлення та їх вплив на врожайність, вміст олії у насінні, економічну ефективність вирощування сучасних гібридів соняшнику.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Masliiov, S. V., Stepanov, V. V., & Shkvar, S. V. (2021). Urozhainist soniashnyku za riznykh system udobrennia. *Ahronom*, 10. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/urozhainist-sonyashnyku-za-riznyh-system-udobrennya/> [in Ukrainian]
2. Liabah, S. (2022). Influence of soil cultivation method and fertilization system on the yield of sunflower (*Helianthus L.*) when growing in conditions of Central Polissia of Ukraine. *Agroecological Journal*, 4, 130–135. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273259>
3. Sydiakina, O. V., & Pavlenko, S. H. (2021). Efficiency of application of microelements in the nutritional system of sunflower plants (literature review). *Taurian Scientific Herald*, 118, 152–158. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.19>
4. Polyakov, O. I., & Shcherbak, A. D. (2022). Productivity of sunflower under the influence of mineral fertilizers and growth regulators. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, 33, 111–122. <https://doi.org/10.36710/ioc-2022-33-11>
5. Gamajunova, V., & Kudrina, V. (2020). Formation of sunflower productivity under the influence of foliar top dressing by modern biopreparations in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Agrology*, 3 (4), 225–231. <https://doi.org/10.32819/020027>
6. Lazeba, O. V. (2019). Pozakoreneve pidzhyvlennia kompleksnymy mikrodbryvamy yak zasib pidvyschennia vrozhaiu hibrydiv soniashnyku (*Helianthus Annuus L.*) v umovakh liwoberezhnoi chastynu Lisostepu Ukrainy. *Zroshuvane Zemlerobstvo: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovi Zbirnyk*, 71, 82–86. [in Ukrainian]
7. Bazalii, V. V., Domaratskyi, Ye. O., & Kozlova, O. P. (2019). Vplyv biofunditsydiv i stymulatoriv rostu na produktyvnist soniashnyku ta yakist oliinoi syrovyny. *Zroshuvane Zemlerobstvo: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovi Zbirnyk*, 71, 5–10. [in Ukrainian].
8. Domaratskyi, Ye. O. (2018). Influence of growth regulators and mineral nutrition on nutrient status of sunflower. *Naukovi Dopovidі Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannā Ukrainā*, 1 (71). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2018.01.018>
9. Hanhur, V., Kosminskyi, O., Len, O., & Totskyi, V. (2022). Effect of fertilizer on sunflower productivity and seed quality. *Scientific Progress & Innovations*, 2, 50–56. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.05>
10. Totskyi, V., Hanhur, V., Onipko, V., Mishchenko, O., Kosminskyi O., Poliakov, I., & Motrych, R. (2023). Influence of the fertilizer system on the biometric, productive and quality indicators of sunflower hybrids in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 52–57. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.10>
11. Hanhur, V., & Kosminskyi, O. (2023). Formation of the photosynthetic-active surface of sunflower hybrid plants depending on fertilizer standards. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 5–9. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.02.01>
12. Litoshko, S. V. (2019). Sunflower Response to additional nutrition at different systems of basic treatment of soil. (2019). *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, 28, 118–129. <https://doi.org/10.36710/ioc-2019-28-12>
13. Hanhur, V., & Kosminskyi, O. (2024). Bioenergetic assessment of the efficiency of different levels of mineral fertilization in sunflower cultivation technology. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 13–18. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.02>
14. Tsyliuryk, O., & Izhboldin, O. (2022). Vplyv biopreparativ na rist i rozvytok roslyn soniashnyku v pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Ahronomiia Sohodni*. Retrieved from: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/24359-vplyv-biopreparativ-na-rist-i-rozvytok-roslyn-soniashnyku-v-pivnichnomu-stepu-ukrainy.html> [in Ukrainian]

15. Tkalic, Yu. I. (2016). Vplyv mikrodobryv i stymulatoriv rostu roslin na produktyvnist soniashnyku u Pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Instytutu Oliinykh Kultur NAAN*, 23, 169–177. [in Ukrainian]
16. Makliak, K. (2019). Soniashnyk: yak domogtysia vysokoi oliinosti? *Propozytsiia*, 5. URL: <https://propozitsiya.com/ua/sonyashnyk-yak-domogtysya-vysokoyi-oliynosti> [in Ukrainian]
17. Modanlo, H., Baghi, M., & Malidarreh, A. G. (2021). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) grain yield affected by fertilizer and plant density. *Central Asian Journal of Plant Science Innovatio*, 1 (2), 102–108.
18. Haq, M. T., Akter, R., & Jewel, K. N. A. (2020). Effect of fertilizers on growth and yield of sunflower. *International Journal of Business and Social Science Research*, 8 (3), 103–106.
19. Handayati, W., & Sihombing, D. (2019). Study of NPK fertilizer effect on sunflower growth and yield. *International conference on biology and applied science (ICOBAS)*. <https://doi.org/10.1063/1.5115635>
20. Sefaoglu, F., Ozturk, H., Ozturk, E., Sezek, M., Toktay, Z., & Polat, T. (2021). Effect of organic and inorganic fertilizers or their combinations on yield and quality components of oil seed sunflower in a semi-arid environment. *Turkish Journal of Field Crops*, 26 (1), 88–95. <https://doi.org/10.17557/tjfc.869335>
21. Crista, F., Radulov, I., Imbrea, F., Manea, D. N., Boldea, M., Gergen, I., Ienciu, A. A., & Bănăţean Dunea, I. (2023). The study of the impact of complex foliar fertilization on the yield and quality of sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.) by principal component analysis. *Agronomy*, 13 (8), 2074. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082074>
22. Gamayunova, V., & Kudrina, V. (2020). Formation of aboveground mass and sunflower yield under the influence of certain elements of cultivation technology. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 24 (1), 50–57. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-1\(105\)-7](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-1(105)-7)
23. Huang, H., Ullah, F., Zhou, D. X., Yi, M., & Zhao, Y. (2019). Mechanisms of ROSregulation of plant development and stress responses. *Frontiers in Plant Science*, 10, 800. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00800>
24. Kokovikhin, S. V., Nesterchuk, V. V., & Nosenko, Yu. M. (2015). Produktyvnist ta yakist nasinnia soniashnyku zalezho vid hustoty stoiannia ta udobrennia. *Tavriyskyi Naukovyi Visnyk*, 94, 37–42. [in Ukrainian]
25. Biliuk, M. Yu., & Khomina, V. Ya. (2022). Biometric indicators and yield of sunflower hybrids of different maturity depending on fertilization with microfertilizers. *Taurian Scientific Herald*, 128, 17–21. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.3>

ORCID

Totskyi V.  <https://orcid.org/0009-0004-8867-0099>
 Hanhur V.  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>



2024 Totskyi V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Binary crops as an element of agroecosystem stabilization

S. Pospelov  | V. Samorodov | V. Onipko | O. Kalashnik

Article info

Correspondence Author

S. Pospelov

E-mail:

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

Citation: Pospelov, S., Samorodov, V., Onipko, V., & Kalashnik, O. (2024). Binary crops as an element of agroecosystem stabilization. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 12–18. doi: 10.31210/spi2024.27.03.02

Modern scientific and practical views on the concept of binary crops are systematized. It is stated that with the development of agricultural technologies and the formation of a trend towards the production of environmentally friendly and organic agricultural products, binary crops can become an important technological chain for the transition from intensive to organic forms of management. Despite the diversity of crops and agroclimatic conditions, two main components remain traditional: legumes and cereals, due to the peculiarities of their root systems and chemical composition. For Ukraine, a classic example is vetch-oat mixture, which is an unsurpassed example of binary crops. The selection of crops for binary cultivation depends on the physiological and biochemical properties of individual species, soil conditions, peculiarities of ontogeny, the direction of use, etc. Over the past decades, attention has increased significantly to the cultivation of cereal grains, corn, sunflower in a mixture with soybeans, clover, alfalfa, sainfoin, lupine and other legumes. Under conditions of sufficient moisture, it is effective to add up to five to seven components to the mixture. There is experience in using "cocktails" that include up to 40 plant species. In terms of use, binary crops are created for fodder production (corn + soybeans, vetch + oats), for commercial production (sunflower + vetch, corn + fodder beans), as cover crops for perennial grasses (alfalfa + barley, alfalfa + corn), for green manure (vetch + oats), and honey agroecosystems (phacelia + pear). The cultivation of annual legumes, which provide shade from direct solar radiation, protection from erosion processes, and are a source of biological nitrogen between rows of tall crops (sunflower, corn), not only increases yields but also improves soil properties and expands agroecological areas. It has been proven that the use of moisture from different horizons by the root system of binary components increases the efficiency of plant transpiration. Similar patterns are observed in the use of nutrients and solar energy. Binary agroecosystems contribute to the accumulation of organic biomass and biogenic elements in the soil, activation of microbiological processes, and overall stabilization of agroecosystems.

Keywords: binary crops, soil science, organic farming, agroecosystems.

Бінарні посіви як елемент стабілізації агроекосистеми

С. В. Поспелов | В. М. Самородов | В. В. Оніпко | О. П. Калашнік

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Систематизовані сучасні наукові та практичні погляди на концепцію бінарних посівів. Констатовано, що із розвитком агротехнологій та формуванням тренду на виробництво екологічно безпечної та органічної сільськогосподарської продукції, бінарні посіви можуть стати важливим технологічним ланцюгом переходу від інтенсивних до органічних форм господарювання. Незважаючи на різноманітність культур та агрокліматичних умов, традиційними залишаються два основних компоненти: бобовий та злаковий, що пояснюється особливостями їх кореневої системи та хімічного складу. Для України класичний приклад: вико – вівсяна сумішка, яка є неперевіреним зразком бінарних посівів. Підбір культур для бінарного вирощування залежить від фізіолого-біохімічних властивостей окремих видів, ґрунтових умов, особливостей проходження онтогенезу, наряду використання тощо. Протягом останніх десятиліть значно підвищилася увага до вирощування злакових зернових культур, кукурудзи, соняшника у суміші з соєю, конюшиною, люцерною, еспарцетом, люпином та іншими бобовими. В умовах достатнього зволоження ефективно вводити у суміш до п'яти – семи компонентів. Є досвід використання «коктейлів», куди входили до 40 видів рослин. Вирощування однорічних бобових рослин, які створюють у міжрядях високорослих культур (соняшник, кукурудза) затінок від прямої сонячної радіації, захист від ерозійних процесів, а також є джерелом біологічного азоту, не тільки збільшує урожайність, а й поліпшує властивості ґрунту, розширює агроекологічні ареали. Доведено, що використання вологи із різних горизонтів кореневою системою бінарних компонентів підвищує ефективність транспірації рослин. Аналогічні закономірності простежуються і при використанні поживних речовин, сонячної енергії. Бінарні агроценози сприяють накопиченню органічної біомаси та біогенних елементів у ґрунті, активізації мікробіологічних процесів, загальної стабілізації агроекосистем.

Ключові слова: бінарні посіви, ґрунтознавство, органічне землеробство, агроекосистеми.

Бібліографічний опис для цитування: Поспелов С. В., Самородов В. М., Оніпко В. В., Калашнік О. П. Бінарні посіви як елемент стабілізації агроекосистеми. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 12–18.

Людство ще з давніх часів використовує бінарні посіви різних сільськогосподарських культур. Про це свідчать археологічні розкопки, проведені на різних територіях і у різні часи. Вважається, що змішані посіви першими почали вирощувати Індія та Китай, пізніше вони стали застосовуватися в античному Римі, Візантії, середньовічній Європі та слов'янських городищах. Змішані посіви набули найбільшого поширення в таких країнах, як Болгарія, Польща, Чехія, Словаччина, Югославія, але провідною країною є Німеччина, де від їх виробничого впровадження одержують майже 70 % загального виробництва кормів [18, 43–45].

В Україні в першій половині ХХ ст. із розвитком тваринництва належним чином досліджувалися змішані посіви на Плотнянській дослідній станції в умовах дерново-підзолистих ґрунтів, де було встановлено доцільність вирощування пшениці озимої із житом озимим; в Українському філіалі ВНДІ кормів ім. В. Р. Вільямса (нині – Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція імені М. І. Вавилова ІС і АПВ УААН) ще в 30–50-х рр. минулого століття розроблялися наукові і виробничі засади змішаних (бінарних) і суміжних посівів для кормовиробництва в умовах чорноземних і сірих лісових ґрунтів. Встановлено, що два бобових компоненти (люцерна + еспарцет, люцерна + конюшина, конюшина + еспарцет) та багаторічний злак (костриця лучна) були найпродуктивнішими сумішками по урожайності сіна [17, 32].

Бінарні посіви останнім часом все ширше використовуються в сільському господарстві, що надає можливість за оптимального підбору компонентів одержувати подвійний урожай культур та постачати тваринництву різноманітні корми, водночас все більше звертають увагу на те, що вони позитивно впливають на родючість ґрунту і баланс поживних речовин [28, 40].

Сучасні наукові дослідження виявили, що бінарні посіви можуть бути успішно застосовані не лише у кормовиробництві, але й у рослинництві, органічному землеробстві, геоботаніці, фізіології рослин, мікробіології та алелопатії. В Україні є приклади впровадження багатовидових агроценозів – «коктейлів», що нараховують в своєму складі від трьох до сорока видів рослин. Встановлено, що при цьому ґрунт краще затінений і укритий, не перегрівається, що створює сприятливі умови для життєдіяльності ґрунтової біоти, зменшення фізичного випаровування вологи, внаслідок покращуються властивості ґрунту [3, 29, 30]. Оскільки такі дослідження є актуальними то виникає потреба в аналізі технологічних та екологічних переваг бінарних посівів саме як елементу стабілізації агроecosистеми.

Підбір компонентів. Вибір того чи іншого виду компоненту бінарних посівів значною мірою зумовлений виробничою потребою, кліматом і родючістю ґрунтів. При цьому варто враховувати біохімічні і фізіологічні особливості компонентів, особливості взаємодії рослин у суміші, динаміку росту і розвитку [41].

Основними компонентами для бінарних посівів є бобові культури. Збалансоване співвідношення

карбону до азоту сприяє швидкому розкладанню рослинних решток мікроорганізмами, збагачує ґрунт біогенними елементами, особливо – доступними формами азоту. За вегетаційний період завдяки їх симбіозу з бульбочковими бактеріями в ґрунті може накопичуватися до 250 кг/га біологічного азоту. Залишаючи велику кількість поживних залишків та відмерлих коренів, ці культури є потужним джерелом поживних речовин органічного походження [3, 16].

Другий традиційний компонент бінарних посівів – злакові культури. Високе співвідношення карбону до азоту дає можливість розглядати ці культури як головний фактор акумуляції «С» в ґрунті, що має велике значення при відновленні техногенно забруднених ґрунтів, стабілізації гумусу в органічних агротехнологіях [8, 28, 30].

Дослідженнями встановлено, що вирощувати багатокомпонентні суміші найбільш доцільно в умовах задовільного зволоження. Високопродуктивні прості суміші – 2–3 компонента, а при достатньому зволоженні їх кількість може бути доведена до 5–7 компонентів. За дослідженнями Інституту землеробства УААН в умовах достатнього зволоження за продуктивністю переважали менш компонентні у порівнянні з чотирьох-компонентними сумішами [34].

Технологічно важливим аспектом є підбір компонентів, адже необхідно враховувати взаємодію компонентів в суміші. Алелопатичними дослідженнями встановлено, що кореневі системи різних культур виділяють велику кількість різних сполук, які можуть негативно, позитивно чи нейтрально впливати на оточуючі їх рослини. Так, при сівбі кукурудзи з горохом, чиною, викою озимою і ярою різко погіршують ріст кукурудзи, а з бобами, буркуном, соєю, люпином білим вона добре розвивається, а от овес і ячмінь навпаки добре ростуть з горохом, чиною, викою ярою і озимою [41, 42].

Несумісність культур можна спостерігати навіть у фазу проростків. У дослідях українських вчених відзначено, що довжина проростків кукурудзи при її вирощуванні з горохом, викою ярою і озимою була значно меншою ніж при пророщуванні насіння окремо. Подібне спостерігалось при пророщуванні насіння гороху, вики із суданською травою, а от ячмінь і овес сходили однаково як з бобовими, так і без них [28, 41].

З огляду на вищевказане, важливим є вивчення та підбір культур, які були б сумісні між собою, пригнічували патогенну мікрофлору та бур'яни, покращували родючість та стан ґрунтів, формували високу урожайність фітомаси. Розглянемо найбільш поширені види бінарних посівів (*таблиця 1*).

Вика + овес. Класичне поєднання вики і вівса широко застосовується в господарствах і є досить ефективним засобом поліпшення стану ґрунтів та збалансованим кормом за перетравним протеїном. Кореневі залишки і біологічний азот значно підвищують родючість ґрунту, його фізико-хімічні показники, сприяють накопиченню вологи, а також це 250–300 ц/га високоякісної зеленої маси для ВРХ [25, 42].

Є позитивний дослід впровадження бінарних посівів люпину з вівсом, люпину з ячменем. Еспарцет

виколистий та люцерна разом із стоколосом мають значення для виробництва високоякісних кормів та перспективи використання в органічному землеробстві для стабілізації родючості ґрунту [31, 34, 42].

Таблиця 1

Найбільш поширені види бінарних посівів

Напрямок використання	Сполучення культур	Джерело
Кормовиробництво	Кукурудза + соя	[8, 16, 21, 22, 25, 26, 31, 33, 34, 39, 42]
	Вика яра + овес	
	Люпин + овес	
	Люпин + ячмінь	
	Кукурудза + кормові боби	
	Кукурудза + люпин	
	Кукурудза + буркун	
Товарне виробництво	Кукурудза + цукрове сорго	[4, 5, 9, 20]
	Люцерна + стоколос	
	Еспарцет + стоколос	
	Гірчиця (тифон, редька) + овес	
	Соняшник + вика яра	
	Соняшник + люцерна	
Покривні посіви	Соняшник + еспарцет піщаний	[30, 31, 34, 42]
	Кукурудза + кормові боби	
	Пшениця озима + люцерна	
Сидерація	Люцерна + ячмінь	[30, 31, 34, 42]
	Люцерна + кукурудза	
Медоносне використання	Люцерна + горох	[30, 31]
	Кукурудза + соя	
	Вика яра + овес	[30, 31]
	Гречка + фацелія	[30, 31, 41]

Бобові + соняшник. Набувають розповсюдження і сумісні посіви вики та соняшника за одночасної їх сівби. Сходи вики з'являються раніше і до появи сім'ядольних листків соняшника покривають ґрунт, тим самим сприяють збереженню вологи. І хоча висота стебла соняшника зменшується, але площа листової поверхні збільшується. Все це сприяє підвищенню його урожайності на 20 % і більше [4, 5].

Закордонні вчені рекомендують насіння бобових культур висівати у міжряддя вегетуючого соняшника у фазу 2 пар листків, що зменшує конкуренцію за світло для товарної продукції та надає йому переваги в розвитку. Вони зазначають, що їх сівба одночасно з соняшником або у фазу 10 листків значно зменшує урожайність останнього, винятком є одночасна сівба з сочевицею з нормою висіву 25 кг/га. Також встановлено, що найефективнішим способом сівби сої з соняшником є чергування чотирьох рядків пізньостиглих сортів сої з двома рядками ранньостиглого гібрида соняшнику [9]. Варто зауважити, що останній спосіб відноситься до сумісних посівів, а не до змішаних.

Схожі результати отримані А. Варенчук, В. Калитка в умовах Степової зони України. Бінарні посіви соняшника з бобовими (люцерна, еспарцет піщаний) в різні фази його розвитку по різному впливають на агробіологічні показники порівняно з монопосівами, але в загальному сприяють збільшенню

його врожайності на 6,4 ц/га. Так, на етапі розвитку двох пар листків середня довжина стебла соняшника перевищувала дані показники монопосівів на 5–9 %, площа листової поверхні – на 18 %, частка сухої речовини в надземній частині рослин і корені була достовірно меншою; у фазі п'яти пар листочків довжина стебла з люцерною перевищувала – на 13 %, з еспарцетом – 7 %, листовая поверхня була меншою, а масова частка сухої речовини в стеблі під впливом люцерни збільшувалась на 46–69 %, а еспарцету на 18 %; під час утворення зірочки середня довжина стебла і коренів, площа листової поверхні в бінарних посівах були меншими, а масова частка сухої речовини в стеблах рослин соняшника – більшою на 35 %, в кошиках – на 21 %; у фазі цвітіння довжина стебла, кореня, листової поверхні були меншими під впливом бобових трав, а масова частка сухої речовини збільшувалась на 16–23 % [5].

Сумісні посіви бобових із соняшником дають можливість захистити ґрунт від ерозії. Вегетуюча бобова культура, а згодом її рештки, закривають ґрунт у міжряддях, захищаючи ґрунтові агрегати від руйнування краплями дощу, кореневі та надземні залишки трансформуються в органічну речовину поліпшуючи структуру та активізуючи біологічну активність ґрунту, завдяки правильному підбору компонентів зменшується внутрішньовидова та майже відсутня міжвидова конкуренція за ресурси, внаслідок підвищується врожайність, соняшник забезпечується азотним живленням за рахунок азотфіксуючої рослини-партнера [20].

Бобові + кукурудза. Досить широко використовують бінарні посіви кукурудзи і бобових культур, що дозволяє зменшити посівні площі, покращити властивості ґрунту, якість кормів, збільшити врожайність культур, що вирощуються. Під час проведення досліджень було розглянуто ряд можливих комбінацій вирощування бобових культур з кукурудзою. Найбільшої уваги заслуговують її змішані посіви з соєю. Соя, як і кукурудза, належить до рослин короткого світлового дня і пізнього строку сівби, при їх сумісній сівбі сходи з'являються одночасно, обидві культури мають близькі періоди (повільного, інтенсивного) росту, правильно підібрані сорти компонентів дозволяють урівноважити настання основних фаз розвитку рослин, що дозволяє найефективніше використовувати сумішки. Так на час викидання волотей кукурудзою, соя вступає у фазу масового цвітіння, а на період молочно-воскової і воскової стиглості – у фазу початку пожовтіння бобів нижнього ярусу [35, 36].

Добре зарекомендували себе бінарні посіви кукурудзи з кормовими бобами. За продуктивністю врожай зеленої маси таких посівів майже рівний посівам основних силосних культур, але вміст білку в таких кормах значно вищий. В умовах Правобережного Лісостепу, в західних районах України та на Поліссі також добре зарекомендували себе посіви кукурудзи з люпином білим [21, 22, 26, 39].

Під час вегетації культур у суміші, між кукурудзою і бобовими культурами проявляється конкуренція різної інтенсивності за фактори життя. Люпин, боби кормові і горох на ранніх етапах росту і

розвитку бінарних посівів пригнічують кукурудзу, оскільки вони більш холодостійкі та скоростиглі порівняно зі злаком, а буркун, навпаки, на початку вегетації характеризується повільним ростом, а кукурудза в цей період інтенсивно росте й укорінюється. Сформувавши сильно розвинену кореневу систему, буркун починає швидко рости, але при цьому він не пригнічує добре розвинені рослини кукурудзи, а розвиток кукурудзи і сої приблизно однаковий, тому їх взаємний негативний вплив незначний [6, 13, 37].

Агрокологічні чинники. Однозначної думки, що до лімітуючих чинників впливу надземних органів рослин під час їх вирощування у змішаних посівів немає. Одні автори вважають що це є освітлення, а інші – вологозабезпеченість і поживний режим [38]. Вірогідно, що визначна роль окремого чинника в житті рослини безперечно залежить від ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування. В посушливих умовах Степу, першочерговим чинником є волога. Твердження науковців, що до значення водного режиму в змішаних посівах різняться як за видовим складом сумішок так і особливостями зони вирощування. Результатами досліджень встановлено, що в посушливі періоди у сумісних посівах спостерігається краще зволоження верхніх горизонтів ґрунту. Причиною є виділення вологи коренями рослин, що проникають у нижчі і більш насичені нею горизонти. Впродовж тривалого періоду волога, що виділяється корінням однієї рослини може бути джерелом водопостачання для інших рослин сумісного посіву. Рядом дослідників було встановлено, що у змішаних посівах злакових і бобових культур витрата вологи на утворення одиниці сухої речовини на 3–5 % менша, порівняно з одновидовими посівами цих же культур [1, 14, 38].

Інші автори на основі результатів своїх досліджень вказують на погіршення водного режиму в змішаних посівах. Нестача вологи негативно впливає як на злакові, так і на бобові компоненти, проте за таких умов врожай бобових зменшується більше. Встановлено, що з підвищенням вологості ґрунту вегетаційний період сумішок подовжується, а за її зниженням – майже на три тижні скорочується [11, 16].

У бінарних посівах упродовж вегетаційного періоду фізичне випаровування вологи з поверхні ґрунту зумовлюється видом і врожайністю культури, рівнем агротехніки, системою удобрення, ґрунтово-кліматичними умовами тощо. При цьому сумарне випаровування, тобто фізичне випаровування з поверхні поля разом із транспірацією рослин, характеризує біологічне водоспоживання посівів [2, 19, 24].

За даними досліджень, в рослинному покриві не всі листки однаково інтенсивно випаровують вологу. Так, максимальний рівень транспірації залежно від фаз розвитку може зміщуватися з одного ярусу листків до іншого. Кількість води, що випаровується рослинами, значно менше залежить від інтенсивності росту, в основному лімітується кліматичними умовами [2].

Переваги бінарних посівів. Зазначається, що змішані посіви забезпечують більш сталі врожаї, оскільки у сумішках чи ущільнених посівах культури менш чутливі до окремих несприятливих чинників зовнішнього середовища [15].

Травосумішки на відміну від одновидових посівів більш повно використовують сонячну енергію, воду і поживні речовини. Внаслідок різної будови кореневої системи злакові трави беруть воду і поживні речовини переважно з верхніх шарів ґрунту, а бобові, навпаки, значну частину їх засвоюють з глибоких шарів. Порівняно із злаковими бобові трави поглинають з ґрунту більше фосфору і магнію, а також кальцію, який знаходиться в нижніх шарах ґрунту, а злакові поглинають більше калію і азоту. Бобові трави завдяки бульбочковим бактеріям накопичують у ґрунті азот повітря і тим самим позитивно впливають на ріст і розвиток злакових трав. Більш рівномірний розподіл листової поверхні в сумісних посівах бобових і злакових культур, по ярусам, сприяє збільшенню їх загальної асиміляційної поверхні на 30–36 %, що сприяє підвищенню інтенсивності фотосинтезу і збільшенню урожайності трав [27]. Бобово-злакові посіви покращують структуру ґрунту завдяки збагаченню його органікою коренів багаторічних злакових трав та утворенні при цьому великої кількості структурних грудочок (агрегатів) ґрунту та зміцненню їх кальцієм з рештками відмерлих коренів бобових трав. У змішаних посівах бобових і злакових трав рослини менше пошкоджуються шкідниками і хворобами, корм з них краще збалансований за поживними речовинами, а сіно швидше висихає і менше втрачає листя, а отже й цінних поживних речовин [9].

За сумісного вирощування стебла та листки злакових і бобових культур розміщуються в різних ярусах, що сприяє оптимальному поглинанню сонячної енергії. Експериментальні дані свідчать, що розподілення сонячної радіації в посівах залежить від норми висіву і способу сівби, морфоструктури і габітусу рослин, площі листової поверхні і її розміщення за ярусами. Так, саме завдяки врахуванню особливостей ярусного розміщення листків високобілкових і злакових компонентів покращується використання сонячної енергії сумісним посівом. Таким чином, сумішки кормових культур мають більшу листову поверхню й вищу ефективність фотосинтезу, порівняно з одновидовими посівами [23].

Бінарні посіви бобово-злакових травосумішок сприяють накопиченню біогенних елементів у ґрунті, особливо азоту. Згідно даних Інституту зрощувального землеробства НААН на першому році використання травосумішок (люцерна + стоколос безостий та еспарцет піщаний + стоколос безостий) накопичення азоту при посіві з люцерною рівнялось 68 кг/га, при коефіцієнті азотфіксації 36,4 %, що еквівалентно 198 кг/га мінерального азоту у формі аміачної селітри, або 17,2 ГДж/га сукупної енергії. З еспарцетом піщаним при коефіцієнті азотфіксації 49,8 % накопичував до 105–118 кг/га азоту, що еквівалентно 305–343 кг/га мінерального азоту,

або 29,7 ГДж/га сукупної енергії, що вище за їх монопосіви. На другому році накопичення азоту люцерною і еспарцетом також було високим – 37–55 кг/га у люцерни і 52–80 кг/га у еспарцета, при коефіцієнті азотфіксації – відповідно 23,7–31,6 % і 29,7–9,4 %, що відповідає еквівалентно мінеральному – до 107–160 кг/га. На третьому році використання накопичення симбіотичного азоту значно знижувалась, що пов'язано з зменшенням процентного вмісту бобових в травостой [8].

Бобові багаторічні трави у складі травосумішей накопичують в урожаї до 60–120 кг/га азоту, а після 3–4-річного такого вирощування, за даними НДІ кормів, за рахунок кореневої маси ґрунту збагачуються на 210–250 кг/га азоту та утворюється 7–12 т/га гумусу, що за вмістом азоту рівноцінно 40–50 т/га гною. Бульбочкові бактерії сприяють накопиченню біологічного азоту в ґрунті створюючи сприятливі умови росту і розвитку злакових трав. На лучних травостоях дернина запобігає вимиванню азоту в нижні шари ґрунту з мінеральних добрив. Одночасно лучні трави переміщують азот із нижніх шарів, забезпечуючи його іммобілізацію, що зменшує міграцію та шкідливу дію азоту на навколишнє середовище [7]. Залуження дерново-підзолистих сильно еродованих ґрунтів бобово-злаковими травосумішами за рахунок корневих виділень і рослинних залишків багаторічних трав сприяє повільному відновленню адаптивності ґрунтових мікроорганізмів, формуванню більш глибокого екологічно-стійкого профілю ґрунту. Насичення травосумішей на 30–50 % конюшиною лучною призводить до збільшення мікробного карбону в ґрунті [10], а він, як і запаси мікробної біомаси визначає напрями ґрунтоутворювального процесу та інтенсивність кругообігу речовин у ґрунті. Завдяки залуженню бобово-злаковими травосумішами покращується структура ґрунту незалежно від способів його обробітку та підвищується родючість. Збільшення концентрації вуглецевої кислоти стимулює утворення бульбочок на коренях бобових рослин підвищуючи активність азотфіксації, внаслідок чого нерозчинні сполуки фосфору частково перетворюються на більш доступні форми, як для рослин, так і для ґрунтових мікроорганізмів [12].

Дослідженнями А. Шувара, Н. Рудавської, Л. Беген встановлено, що залежно від норм висіву бобово-зернові суміші формують різну листову поверхню, а в порівнянні з одновидовими – більшу. На ранніх етапах органогенезу найкращі показники в суміші овес + люпин з нормою висіву 4,0 + 0,8 млн/га в більш пізні - сумісні посіви овес + яра вика з нормою висіву 4,0 + 0,8 млн /га, та найвищий показник чистої продуктивності фотосинтезу (17,77 г/м сухої речовини на добу) відмічена за висіву суміші овес + вика яра з нормою висіву 4,0 + 0,8 млн/га, що забезпечило отримання врожайності зерна на рівні 5,34 т/га [42].

Подібні показники відмічені в посівах кукурудзи з цукровим сорго та кукурудзи з соєю при сівбі в один рядок – площа листової поверхні та чиста продуктивність фотосинтезу були вищими порівняно з їх одновидовими посівами [16, 33].

Висновки

Аналіз сучасних досліджень дозволяє зробити висновок, що бінарні посіви мають цілий ряд агротехнологічних та екологічних переваг.

1. Підвищують стійкість сільськогосподарських культур до стресів, оскільки травосуміші менше залежні від несприятливих умов середовища; забезпечують більш високу сумарну продуктивність порівняно із одновидовими посівами; підвищують економічну віддачу земельної ділянки, внаслідок зменшення площі посіву під культури, що дозволяє отримати два урожаї з одної площі та зменшення затрат на технологічне забезпечення.

2. Зменшують дію ерозійних процесів в ґрунті: травосумішки стримують вплив на ґрунтові агрегати крапель дощу, ґрунт менше розмивається і ущільнюється, вода не змиває родючий шар, особливо під час злив, та не стікає; поліпшується переміщення вологи в нижні шари; більш рівномірно використовується агрокліматичний ресурс.

3. Бінарні посіви захищають ґрунт від перегріву, що сприяє активізації життєдіяльності ґрунтової біоти, а кореневі виділення рослин сприяють розвитку різних популяцій корисних мікроорганізмів; кореневі та надземні залишки є джерелом легкодоступних поживних речовин та трансформуються в органічну речовину, поліпшуючи структуру, що впливає на водний, повітряний, тепловий режими ґрунту; сприяють стабілізації та контролю бур'янів й очищенню ґрунту від патогенної мікрофлори, техногенного забруднення.

4. Багатовекторний позитивний ефект бінарних посівів на урожайність, водно-фізичні та хіміко-фізичні властивості ґрунтів, формування органо-мінерального пулу доступних для рослин речовин дає можливість оцінювати бінарні агроценози як потужну систему стабілізації і відновлення агроєкосистем. Це є актуальним в умовах ревіталізації ґрунтів у поствоєнний період, під час переходу господарств на органічну систему землекористування, сталості аграрних підприємств.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Antypova, L., & Vasylieva, V. (2017). Formuvannya produktyvnosti sumishky kukurudzy i soi na zeleni korm zalezno vid sposobu sivyby ta pohodnykh umov. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomor'ia*, 4, 72–80. [in Ukrainian]
2. Bykin, A. V., & Tarasenko, O. V. (2014). Volohozabezpechennia rosllyn kukurudzy za vnesennia mineralnykh dobryv i priamoї sivyby. *Naukovi Pratsi Instytutu Bioenerhetychnykh Kultur i Tsukrovyykh Buriakiv*, 22, 133–137. [in Ukrainian]
3. Binarni posivy dlia kormovykh trav v 2023 (2023). *AHROEKSPERT TREID*. Retrieved from: <https://agroexp.com.ua/uk/binarnye-posivy-dlya-kormovykh-trav> [in Ukrainian]
4. Binarni posivy zmenshuyut khimichne navantazhennya na hrunt (2024). *AgroPortal*. Retrieved from: <https://agroportal.ua/news/eksklyuzivny/binarni-posivi-zmenshuyut-himichne-navantazhennya-na-grunt> [In Ukrainian]

5. Varenchuk, A. O., & Kalytko, V. V. (2017). Produktivnist soniashnyku v binamykh posivakh z bobovymy travamy. *V Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia molodykh vchenykh «Seleksiia, henetyka, ta tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur» (21 kvitnia 2017 r.)*. (P. 22). s. Tsentralne [in Ukrainian]
6. Vashchuk, P. I. (2001). Produktivnist ushchilnennykh posiviv kukurudzy iz zernobobovymy kulturamy. *Tvarynystvo Ukrainy*, 2, 29. [in Ukrainian]
7. Hetman, N. Ya., Tsyhanskiy, V. I., & Demydas, H. I. (2017). Shliakhy pidvyshchennia produktivnosti liutserny posivnoi v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 83, 46–52. [in Ukrainian]
8. Goloborod'ko, S., & Dymov, O. (2021). State and ways to increase soil fertility of the south-steppe zone of Ukraine. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 99 (4), 13–19. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-02>
9. Honcharov, O. (2021). Navishcho vyroshchuvaty soniashnyk u sumishi z bobovymy kulturamy? Na tse pytannia isnuie dekilka vidpovidei. *AgroONE*, 67. Retrieved from: <https://www.agroone.info/publication/navishho-viroshhuvati-soniashnik-u-sumishi-z-bobovymi-kulturami-na-ce-pitannya-isnuie-dekilka-vidpovidei/> [in Ukrainian]
10. Hordiienko, T. I., Levkowska, H. V., & Yermolaieva, T. M. (2006). Enerhetychna otsinka vyroshchuvannia travosumishok bahatorichnykh trav zalezno vid dobryv ta sposobiv polipshennia luk. *Zbirnyk Naukovykh Prats NNTS «Instytut Zemlerobstva»*, 1-2 134–139. [in Ukrainian]
11. Hrabovskiy, M. D., Hrabovska, T. O., & Obrazhii, S. V. (2016). Formuvannia produktivnosti sumisnykh posiviv kukurudzy i sorho tsukrovoho zalezno vid zakhodiv zakhystu roslin vid burianiv. *Ahrobiolohiia*, 1 (124), 28–36. [in Ukrainian]
12. Davydiuk, O. M. (2000). Riznostyhl bobovo-zlakovi travosumishky dlia stvorennia vysokoproduktivnykh ukisno - pasovyshchennykh travostoiv. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Instytutu Tvarynystva UAA*, 77, 14–17. [in Ukrainian]
13. Demydas, H. I., & Zakhliebaiev, M. V. (2017). Dynamika liniinoho rostu ta narostannia nadzemnoi masy kultur burkunu biloho v chystomu ta v sumisnykh posivakh z odnorichnymy zlakovymy kulturamy. *Roslynnytstvo ta Gruntoznavstvo*, 269, 45–53. [in Ukrainian]
14. Demydas, H. I., Ivanovska, R. T., & Kovalenko, V. P. (2005). Dynamika narostannia lystkovoii poverkhni v odnovodynykh ta zmishanykh pisliaukisnykh posivakh kormovykh kultur. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 55, 37–41. [in Ukrainian]
15. Demydas, H. I., & Yamkova, V. V. (2008). Vplyv norm vysivu bobovoho komponenta na asimilatsiu poverkhniu sumisnykh posiviv. *Zbirnyk Naukovykh Prats NNTS «Instytut Zemlerobstva UAA»*, 3-4, 89–94. [in Ukrainian]
16. Dudka, M. I. (2014). Kormova produktivnist rannikh yarykh ahrofitosenoziv zalezno vid vydovoho skladu pry vyroshchuvanni na zeleni korm v Pivnichnomu Stepu. *Biuletyn Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 7, 84–89. [in Ukrainian]
17. Zadorozhna, I. S. (2009). Rozvytok doslidnoi spravy z polovoho kormovyrobnytstva v sotsialno-ekonomichnykh umovakh 1930-1956 rr. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 64, 191–201. [in Ukrainian]
18. Zinchenko, O. I. (2005). *Kormovyrobnytstvo. Navchalne vydannia. 2-e vydannia dopovnene i pereroblene*. Kyiv: Vyscha osvita [in Ukrainian]
19. Kavetskiy, O., & Isychko, O. (2005). Perspektyvnist vykorystannia rannostyhllykh hibrydiv kukurudzy. *Propozytsiia*, 1, 54–55. [in Ukrainian]
20. Kyrpal, T. M., & Butenko, A. O. (2017). Otsinka produktivnosti odnorichnykh kormosumishok v umovakh pivnichno-skhidnoho lisostepu Ukrainy. *Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Honcharivski chytannia» prysviachena 88-richchiu z dnia narodzhennia doktora silskohospodarskykh nauk, profesora Honcharova Mykoly Demianovycha: Materialy naukovoi konferentsii studentiv Sumskoho NAU*. Tom III. 2017 r. (pp. 20–26). Sumy [in Ukrainian]
21. Kolomiets, L. V., & Matkevych, V. T. (2005). Kukurudza i sorho pry vyroshchuvanni v zmishanykh posivakh. Intensyvni ta enerhobehiachi tekhnolohii vyrobnytstva produktisii roslynyntstva. *Materialy 5-yi Mizhnarodnoi Naukovo-tekhnichnoi konferentsii «Problemy konstruiuvannia, vyrobnytstva ta ekspluatatsii silskohospodarskoi tekhniki»*. (pp 60–62). Kirovohrad [in Ukrainian]
22. Kolomiets, L. V., Smalyus, V. M., & Matkevych, V. T. (2005). Efektyvnist tekhnolohichnykh priiomiv vyroshchuvannia kormovykh kultur na sylos u chystykh i zmishanykh posivakh v umovakh Kirovohradshchyny. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho DAU*, 59, 18–25. [in Ukrainian]
23. Lypovyi, V. H., & Kniazuk, O. V. (2017). Fotosyntetychna produktivnist odnovodynykh i sumisnykh posiviv kukurudzy. *Zbirnyk Naukovykh Prats VNAU: Silske Hospodarstvo ta Lisivnytstvo*, 6 (2), 44–50. [in Ukrainian]
24. Lykhochvor, V. V., & Prots, R. R. (2002). *Kukurudza*. Lviv: Ukrainski tekhnolohii [in Ukrainian]
25. Markina, O. V. (2010). Ahrobiolohichna otsinka odnorichnykh sumishok. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 66, 206–213. [in Ukrainian]
26. Matkevych, V. T., Smalyus, V. M., & Kolomiets, L. V. (2002). Zmishani posivy kormovykh kultur. *Visnyk Stepu*, 1, 79–89. [in Ukrainian]
27. Nazarov, S. P. (2000). Ahrobiolohichni osoblyvosti formuvannia travostoiv iz bobovykh trav dlia dovhovichnoho korystuvannia. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 46, 123–128. [in Ukrainian]
28. Petrychenko, V. F. (2008). Metodolohichni aspekty vyvchennia konkurentnykh sumisnykh posiviv kormovykh kultur. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 5, 24–29. [in Ukrainian]
29. Podvoity posivy soi ta kukurudzy ne zbilshuyuchy posivni ploschi. (2021). *Ahronom*. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/podvoity-posivy-soyi-ta-kukurudzy-ne-zbilshuyuchy-posivni-ploschi/> [in Ukrainian]
30. Pospielov, S., & Samorodov, V. (2019). Binarna «Ahroekolohiia». *Zerno*, 5, 128–132. [in Ukrainian]
31. Pospielov, S. V. (2021). Idei V. V. Dokuchaieva v konteksti diialnosti PP «Ahroekolohiia». *V. V. Dokuchaiev – vid istorii do suchasnosti: do 175-richchia iz dnia narodzhennia : Zbirnyk materialiv naukovo-istorychnykh ta ahrotekhnolohichnykh chytan. (Kruhlyi stil)*. (27 travnia 2021 r.). (pp. 53-57). Poltava: PDAA [in Ukrainian]
32. Prykhodko, V. A. (2019). Vplyv osoblyvosti sumisnoi sivby kukurudzy na pozhyvnyi rezhym igruntu v pravoberezhnomu lisostepu Ukrainy. *Internauka*, 25 (107), 57–61. [in Ukrainian]
33. Prykhodko, V. O., & Poltoreskiy, S. P. (2019). Ploscha lystvovoi poverkhni i produktivnist zmishanykh posiviv kukurudzy z bobovymy kulturamy. *Ahrarnyi Visnyk Prychornomia*, 92, 151–162. Retrieved from <https://absl.osau.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/19> [in Ukrainian]
34. Ratoshniuk, V., Vyshnevs'ka, O., & Markina, O. (2022). Agrobiological assessment of binary enoses in mixed crops of narrow-leaved lupine and spring barley in conditions of Polissia. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 100 (10), 12–18. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202210-02>
35. Reinshtein, L. M. (2011). Pozhyvnist kormosumishok riznykh sposobiv vysivu sorhovykh kultur ta kukurudzy, vysiianykh z soieiu. *Zbirnyk Naukovykh Prats VNAU: Silske Hospodarstvo ta Lisivnytstvo*, 10 (50), 9–15. [in Ukrainian]
36. Rudenko, S. S., Petryk, A. V., & Antypova, L. K. (2016). Sumishky kukurudzy i soi na Pivdni Ukrainy. “*Perlyny stepovoho kraiu*” : *Dopovidi rehionalnoi naukovo-praktychnoi ahroekolohichnoi konferentsii*. (pp. 28–30). Mykolaiv : MNAU [in Ukrainian]
37. Sichkar, A. O. (2000). Osoblyvosti fitoklimatu v zmishanykh posivakh. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho DAU prysviachenyi 100-richchiu z dnia narodzhennia S. S. Rubina*. (pp. 229–233). Uman [in Ukrainian]
38. Skalii, I. M. (2005). Osoblyvosti formuvannia zelenoi masy roslin kukurudzy ta soi v sumisnykh posivakh zalezno vid hustoty stoiannia. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 84, 189–193. [in Ukrainian]
39. Smalyus, V. M., & Kolomiets, L. V. (2003). Nova tekhnolohiia vyroshchuvannia soi v posivakh z kukurudzoiu. “*Problemy konstruiuvannia, vyrobnytstva ta ekspluatatsii silskohospodarskoi tekhniki*” : *Materialy 4-yi Mizhnarodnoi Naukovo-tekhnichnoi konferentsii*. (pp. 44–46). Kirovohrad [in Ukrainian]
40. Petrychenko, V. F., Panasiuk, Ya. Ia., Zabolotnyi, H. M., & Sereda, L. P. (2006). *Suchasni systemy zemlerobstva Ukrainy*. Vinnytsia: Dilo [in Ukrainian]
41. Shevnikov, M. Ya. (2008) Prynysypy pidboru komponentiv dlia zmishanykh posiviv za vyroshchuvannia yikh na zeleni korm. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 53–60. [in Ukrainian]
42. Shuvar, A., Rudavska, N., & Behen, L. (2020). Formation of the assimilation surface of binary cultures of cereals and legume-cereals. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 67 (2), 240–252. [https://doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-2-16](https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-2-16)
43. Huyghe, C., De Vlieghe, A., Van Gils, B., & Peeters, A. (2014). *Grasslands and herbivore production in europe and effects of common policies*. éditions Quae. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-2157-8>

44. Mandold, G. (1992). Farmers test strip-crops. *Soybean Digest*, 52 (V), 28–32.
45. Agriculture in Mediterranean Europe: Between Old and New Paradigms. (2013). *Agriculture in Mediterranean Europe: Between Old and New Paradigms*. [https://doi.org/10.1108/s1057-1922\(2013\)0000019015](https://doi.org/10.1108/s1057-1922(2013)0000019015)

ORCID

- S. Pospelov  <https://orcid.org/0000-0003-0433-2996>
- V. Samorodov  <https://orcid.org/0000-0001-7088-6212>
- V. Onipko  <https://orcid.org/0000-0002-2260-971X>
- O. Kalashnik  <https://orcid.org/0009-0005-0185-4475>



2024 Pospelov S. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Formation of mustard harvest structure elements depending on varietal characteristics

I. Mykolaiko✉

Article info

Correspondence Author

I. Mykolaiko

E-mail:

irinamkolaiko@i.ua

Uman State Pedagogical
University named
after Pavlo Tychyna,
St. Sadova, 2,
Uman, 20300,
Ukraine

Citation: Mykolaiko, I. (2024) Formation of mustard harvest structure elements depending on varietal characteristics. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 19–25. doi: 10.31210/spi2024.27.03.03

Today, in Ukraine, the potential opportunities for increasing the productivity of crop production are only partially realized. One of the crops whose productive properties are not fully utilized is mustard. Most of the mechanisms of formation of increased productivity of plants of this culture are currently not fully understood and require additional research. In connection with this, we conducted many years of research in the conditions of the central part of the Forest Steppe of Ukraine. The purpose of which was to find out the peculiarities of the formation of the elements of the mustard crop structure depending on the varietal characteristics. It was established that the formation of the elements of the mustard crop structure depended on the biological characteristics of the varieties and the soil and climatic conditions of cultivation during all phases of plant growth and development. The most favorable conditions for the formation of biometric indicators and, accordingly, the yield of mustard seeds were in 2021. On average, over three years, the height of plants in the rosette phase, at the beginning of the growing season, in three varieties – Etalon, Tsarivna Pivnoch and Ariadna was almost the same (9.7 cm, 9.7 cm and 9.9 cm, respectively), while in the Oslava variety it was significantly higher and amounted to 10.4 cm. The lowest height indices were in the variety Pidpecheretska (9.0 cm). The height of plants varied by the phases of growth and development by varieties, and no single variety was found to be higher in all phases compared to other varieties. If in the rosette phase the height of plants of the Oslava variety was the highest (10.4 cm), then in the phases of butanization, flowering and ripening it was significantly higher in the Ariadna variety (38.9 cm, 66.6 cm and 103.4 cm, respectively). The number of pods per plant significantly varied depending on the varietal characteristics. The largest number of pods was formed on plants of varieties Ariadna – 68.7 pcs. and Oslava – 68.5 pcs. A much smaller number of pods was formed on plants of Etalon, Pidpecheretska and Tsarivna Pivnoch varieties. A similar dependence was observed for the number of stems. Most stems were formed by plants of Ariadna and Oslava varieties (3.8 pcs. and 4.0 pcs., respectively), while other varieties had significantly fewer stems. The analysis of variance established that the factor «growing conditions» had the greatest influence on the formation of the elements of the crop structure. The formation of the elements of the crop structure depended both on varietal characteristics and weather conditions during the years of the study. An increase in crop structure indicators contributed to the increase in seed productivity of mustard of all varieties, but seed quality – germination energy, germination and weight of 1000 seeds did not increase depending on the size of the elements of the crop structure, no significant difference was found in varieties.

Keywords: variety, plant height, number of pods, number of stems, phenological phases of growth and development, germination, weight of 1000 seeds.

Формування елементів структури урожаю гірчиці залежно від сортових особливостей

I. I. Миколайко

Уманський державний
педагогічний університет
імені Павла Тичини,
м. Умань,
Україна

Сьогодні в Україні лише частково реалізуються потенційні можливості підвищення продуктивності рослинництва. Однією з культур, урожайні властивості якої використані неповною мірою, є гірчиця. Більшість механізмів формування підвищеної продуктивності рослин цієї культури наразі до кінця не вивчені і потребують додаткових досліджень. У зв'язку з чим, ми провели багаторічні дослідження в умовах центральної частини Лісостепу України з метою з'ясування особливостей формування елементів структури урожаю гірчиці залежно від сортових особливостей. Встановлено, що формування елементів структури урожаю гірчиці залежало від біологічних особливостей сортів та ґрунтово-кліматичних умов вирощування упродовж всі фаз росту і розвитку рослин. Найсприятливіші умови для формування біометричних показників і, відповідно – урожайності насіння гірчиці були в 2021 р. У середньому за три роки висота рослин в фазу розетки, на початку вегетації, у трьох сортів – Еталон, Царівна Півночі і Аріадна була майже однаковою (9,7 см, 9,7 см і 9,9 см відповідно) то в сорту Ослава вона була достовірно більшою і становила 10,4 см. Найменші показники висоти були у сорту Підпечерцька (9,0 см). Висота рослин за фазами росту і розвитку по сортах змінювалася, не виявлено якогось одного сорту в якого вона була б більшою в усіх фазах порівняно з іншими сортами. Якщо в фазу розетки висота рослин сорту Ослава була найвищою (10,4 см), то в фазах бутанізації, цвітіння та дозрівання достовірно вищою вона була в сорту Аріадна (38,9 см, 66,6 см та 103,4 см відповідно). Кількість стручків на рослині достовірно змінювалася залежно від сортових особливостей. Найбільшу кількість стручків формувалося на рослинах сортів Аріадна – 68,7 шт. та Ослава – 68,5 шт. Значно меншу кількість стручків було сформовано на рослинах сортів Еталон, Підпечерцька та Царівна Півночі. Аналогічна залежність спостерігалася щодо кількості стебел. Найбільше стебел формували рослини сортів Аріадна та Ослава (3,8 шт. та 4,0 шт. відповідно), достовірно менше їх було в інших сортів. Дисперсійним аналізом встановлено, що найбільший вплив на формування елементів структури урожаю був фактор «умови вирощування». Формування елементів структури урожаю залежало як від сортових особливостей, так і погодних умов в роки проведення дослідження. Збільшення показників структури урожаю сприяло підвищенню насінневої продуктивності гірчиці усіх сортів, але якість насіння – енергія проростання, схожість та маса 1000 насінин не підвищувалася залежно від величини елементів структури урожаю, достовірної різниці по сортах не виявлено.

Ключові слова: сорт, висота рослин, кількість стручків, кількість стебел, фенологічні фази росту і розвитку, схожість, маса 1000 насінин.

Бібліографічний опис для цитування: Миколайко І. І. Формування елементів структури урожаю гірчиці залежно від сортових особливостей. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 19–25.

Вступ

Останніми роками спостерігається чітка тенденція до зростання частки гірчиці у структурі виробництва олійної сировини в світі, що пов'язують з культивуванням сортів, які не містять у своєму складі ерукової кислоти [1–3]. За площею посівів гірчиці Україна входить до десятки світових лідерів і посідає четверте місце за обсягом виробництва серед олійних і поступається лише ріпаку, сої та соняшнику [4–6]. Природна родючість ґрунтів, сприятливі кліматичні умови України та наявність великих ринків збуту – як внутрішніх, так і зовнішніх сприяють збільшенню площ вирощування гірчиці та її насінневої продуктивності. Станом на 2023 р. в реєстрі сортів рослин дозволених для поширення в Україні налічується 40 сортів гірчиці, з них гірчиці білої 14 сортів або 35 % від загальної кількості [6–9]. Тому, дослідження сортових особливостей гірчиці сортів різного походження в умовах Лісостепу України та визначення їх насінневої продуктивності є актуальним, що дасть можливість агровиробникам підбирати для вирощування сорти, які в цих умовах найпродуктивніші.

Аналіз джерел наукової літератури свідчить, що у комплекс агротехнологічних заходів вирощування насіння гірчиці, крім визначенням врожайності і якості насіння, доцільно враховувати морфологічні особливості насінників при визначенні ознак, що зумовлюють продуктивність рослин [10]. Наприклад, за даними М. І. Орловського насінники цукрових буряків з великою кількістю стебел (другого і третього типу) мають більшу насінневу продуктивність [11]. На ріст, розвиток та формування біометричних показників – кількість стебел, стручків на рослині, кількість насінин в стручку значно впливає агротехнічні заходи, а саме густота стояння рослин [12], в умовах Північно-Східного Лісостепу застосування мінеральних добрив забезпечує збільшення біометричних показників рослин – висоти рослин гірчиці білої в середньому на 30 %, кількості гілок порядку I на 3,6–5,1 % та площі листової поверхні – 9,5–15,8 %, порівняно з контролем – без добрив [13], в умовах Західного Лісостепу висота рослин порівняно з контролем зростала на 9,0–19,0 см у сорту Аріадна і на 11,0–23,0 – в сорту Біла Принцеса, кількість стебел на рослині – 1,2–1,9 і 1,2–1,8 шт. За вищого фону живлення кількість стручків на рослині збільшувалася на 37–47 шт. (Аріадна) – 39–55 шт. (Біла Принцеса) [14], в умовах Центрального Лісостепу за першого строку сівби при внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$ порівняно з пізнішими строками були сформовані максимальні значення продуктивності гірчиці: 139,7 шт. стручків на рослині, 6,4 шт. насінин у стручку, довжину стручка 4,2 см., масу 1000 насінин 6,51 г. і найвищу індивідуальну продуктивність (5,82 г/роsl.) [15], за зменшення норми висіву насіння з 3 до 1 млн шт./га кількість стручків на одній рослині зростала з 27,3 до 65,1 [16]. В умовах Передкарпаття за сівби насіння з нормою 2,0 млн. шт./га було сформовано 102,6 шт. стручків на рослині, а маса 1000 насінин становила 5,59 г, водночас як за зменшеної норми висіву

1,5 млн. шт./га ці показники були значно вищими і становили, відповідно – 125,3 шт. та 5,72 г [17]. Враховуючи це програмою досліджень було передбачено визначення біометричних показників, які є складовими елементами продуктивності гірчиці залежно від сортових особливостей сортів різного походження в умовах центральної частини Лісостепу України.

Мета дослідження

Метою досліджень було з'ясувати особливості формування елементів структури урожаю насіння гірчиці залежно від сортових особливостей та погодних умов.

Матеріали і методи

Дослідження з впливу сортових особливостей на формування елементів структури урожаю насіння гірчиці проводили в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України на дослідному полі агробіостанції Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини, упродовж 2021–2023 рр. Досліджували п'ять сортів, чотири білої гірчиці – Еталон, Підпечерецька, Аріадна і Ослава та один чорної – Царівна Півночі. Норма висіву насіння становила 2 млн. шт./га, сівба звичайним рядковим способом.

Елементи структури урожаю за фазами росту і розвитку рослин визначали за Методикою сорто-випробування сільськогосподарських культур [18], урожайність насіння – зважуванням по ділянках з кожного повторення, якість насіння – енергію проростання, схожість та масу 1000 насінин за чинним ДСТУ [19]. Достовірності експериментальних даних проводили розрахунково-порівняльним методом з використанням дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізами за методом Фішера [20] та методичних рекомендацій [21]. Період сівби та отримання сходів за температурним режимом та волого-забезпеченням був типовим для зони за виключенням незначних відхилень як за середніми добовими температурами повітря, так і кількістю опадів. У 2021 р. опадів випало на рівні багаторічного показника, а 2022 і 2023 рр. характеризувалися незначним їх дефіцитом.

Результати та їх обговорення

Одним з елементів продуктивності гірчиці є висота рослин. Виявлено, що висота рослин гірчиці залежала від біологічних особливостей та ґрунтово-кліматичних умов вирощування упродовж всі фази росту і розвитку рослин. У середньому за три роки висота рослин в фазу розетки, на початку вегетації, у трьох сортів – Еталон, Царівна Півночі і Аріадна була майже однаковою (9,7 см, 9,7 см і 9,9 см відповідно) то в сорту Ослава вона була достовірно більшою і становила 10,4 см. Найменші показники висоти були у сорту Підпечерецька (9,0 см). Доцільно зазначити, що в фазах бутанізації, цвітіння та дозрівання висота рослин змінювалася по сортах.

Якщо в фазу розетки висота рослин сорту Ослава була найвищою, то уже в фазах бутанізації, цвітіння та дозрівання достовірно вищою вона була в сорту Аріадна. У фазу дозрівання висота рослин була майже однаковою сортів білої гірчиці Аріадна та

Ослава і становила, відповідно – 103,4 см та 100,6 см та сортів чорної гірчиці Царівна Півночі і білої гірчиці Підпечерецька, яка була, відповідно – 99,5 см і 99,8 см (*табл. 1*).

Таблиця 1

Висота рослин залежно від сортових особливостей (середнє за 2021–2023 рр.)

Сорт	Висота рослин, см, за фазами росту і розвитку			
	розетка	бутанізація	цвітіння	дозрівання
Еталон	9,8	29,9	59,9	87,6
Царівна Півночі	9,7	35,6	59,8	99,5
Підпечерецька	9,0	30,3	61,6	99,8
Аріадна	9,9	38,9	66,6	103,4
Ослава	10,4	31,5	62,4	100,6
НІР _{0,05}	0,5	0,2	0,6	0,3

Аналіз приросту висоти рослин в міжфазні періоди показав, що в середньому за три роки найбільший приріст висоти був в період «цвітіння – дозрівання» в усіх сортах і становив від 27,6 см

(сорт Еталон) до 39,7 см (сорт Царівна Півночі). Приріст висоти рослин в сортів Підпечерецька, Аріадна та Ослава був майже однаковим (*рис. 1*).

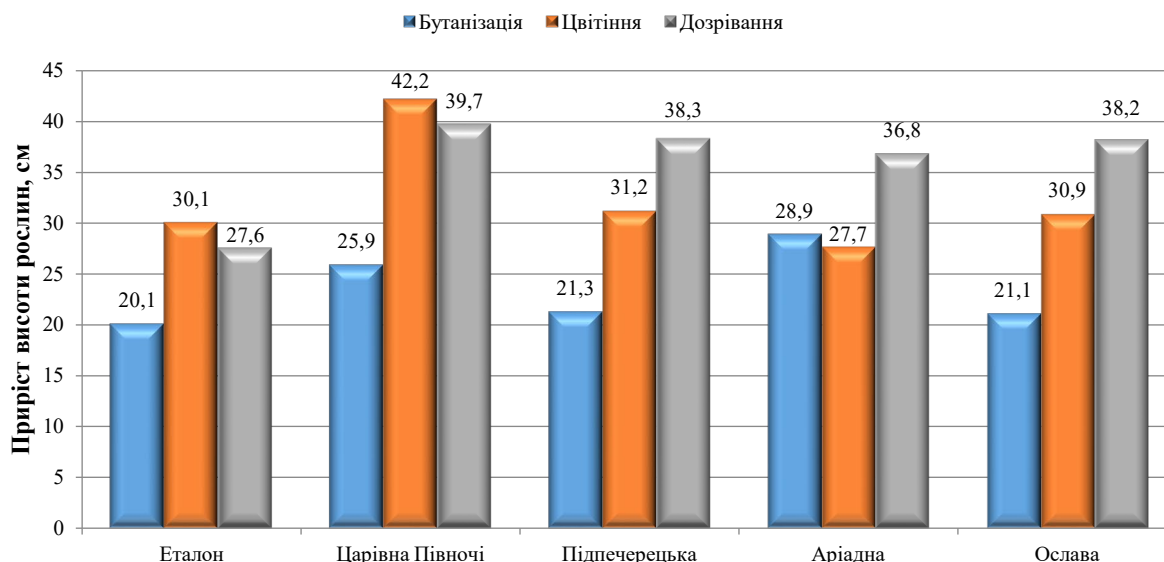


Рис. 1. Приріст висоти рослин в між фазні періоди залежно від сортових особливостей (середнє за 2021–2023 рр.)

Найменший приріст висоти рослин всіх сортів був у міжфазний період «розетка – бутанізація», який знаходився в межах від 20,1 см (сорт Еталон) до 28,9 см (сорт Аріадна). У міжфазний період «бутанізація – цвітіння» приріст висоти був значно більшим, ніж в період «розетка – бутанізація» але меншим за приріст в міжфазний період «цвітіння – дозрівання». Тобто, з'ясовано, що висота рослин залежала від сортових особливостей.

Встановлено, що висота рослин різних генотипів в усі фази росту і розвитку залежала від умов вирощування гірчиці. Найсприятливіші умови для формування біометричних показників і, відповідно – урожайності насіння гірчиці були в 2021 р., який за температурним режимом був теплішим – середня добова температура повітря перевищувала багаторічне значення на 0,6 С, що разом з достатнім вологозабезпеченням (опадів випало на 49,9 мм більше від багаторічного значення) забезпечили формування

достовірно більшої висоти рослин всіх сортів.

Веgetаційний період 2022 р. був за температурним режимом наближеним до багаторічного але характеризувався значним дефіцитом вологи, опадів випало 56,8 % від середнього багаторічного показника, що негативно вплинуло на ріст і розвиток рослин та формування як біометричних показників, так і урожайності гірчиці. Якщо, в 2021 р. в фазу розетки висота рослин по сортах була 11,1–12,9 см, то в 2022 р. – 6,5–9,2 см. Аналогічна залежність спостерігається в інші фази росту і розвитку культури.

Веgetаційний 2023 р. за температурним режимом був наближеним до середнього багаторічного, а за вологозабезпеченням був засушливим, опадів випало на 50,3 мм менше багаторічного показника, що становило 25 % від середнього багаторічного показника. У цілому початок року був сприятливішим для формування росту та розвитку рослин гірчиці, ніж

2022 вегетаційний рік. Надмірне зволоження в травні забезпечило отримання більшої висоти рослин усіх сортів, порівняно з 2022 р. Але значний дефіцит

вологи в червні і липні призвів до сповільнення інтенсивності росту рослин в міжфазний період «бутанізація-дозрівання» (табл. 2).

Таблиця 2

Висота рослин залежно від сортових особливостей і умов вирощування

Рік сівби (фактор А)	Сорт (фактор В)	Висота рослин за фазами росту і розвитку			
		розетка	бутанізація	цвітіння	дозрівання
2021	Еталон	11,1	50,1	70,1	91,2
	Царівна Півночі	12,1	55,0	78,9	99,3
	Підпечерецька	11,6	53,2	73,1	93,5
	Аріадна	12,9	56,0	78,2	99,2
	Ослава	11,6	53,2	74,9	97,5
2022	Еталон	7,8	26,6	63,0	70,4
	Царівна Півночі	7,5	39,6	56,4	98,0
	Підпечерецька	6,5	25,6	64,6	103,6
	Аріадна	7,5	46,8	63,2	108,0
	Ослава	9,2	25,2	56,6	92,6
2023	Еталон	10,4	13,0	46,8	101,1
	Царівна Півночі	9,4	12,2	44,2	101,2
	Підпечерецька	9,0	12,2	47,0	102,4
	Аріадна	9,4	13,8	58,4	103,0
	Ослава	10,4	16,2	55,8	111,8
НІР _{0,05} заг		0,57	0,52	1,02	0,63
НІР _{0,05} умови вирощування		0,26	0,23	0,46	0,28
НІР _{0,05} сорт		0,33	0,30	0,59	0,36

Дисперсійним аналізом встановлено, що в усіх фазах росту і розвитку, крім фази дозрівання, найбільший вплив на формування висоти рослин був фактору «умови вирощування», який становив від 82,5 % до 90,4 %, вплив інших факторів

був незначним. І лише в фазі дозрівання вплив фактору «умови вирощування» значно зменшився, водночас як до 36,1 % зріс вплив фактору «сорт» та до 43,6 % вплив взаємодії факторів «умови вирощування*сорт» (рис. 2).

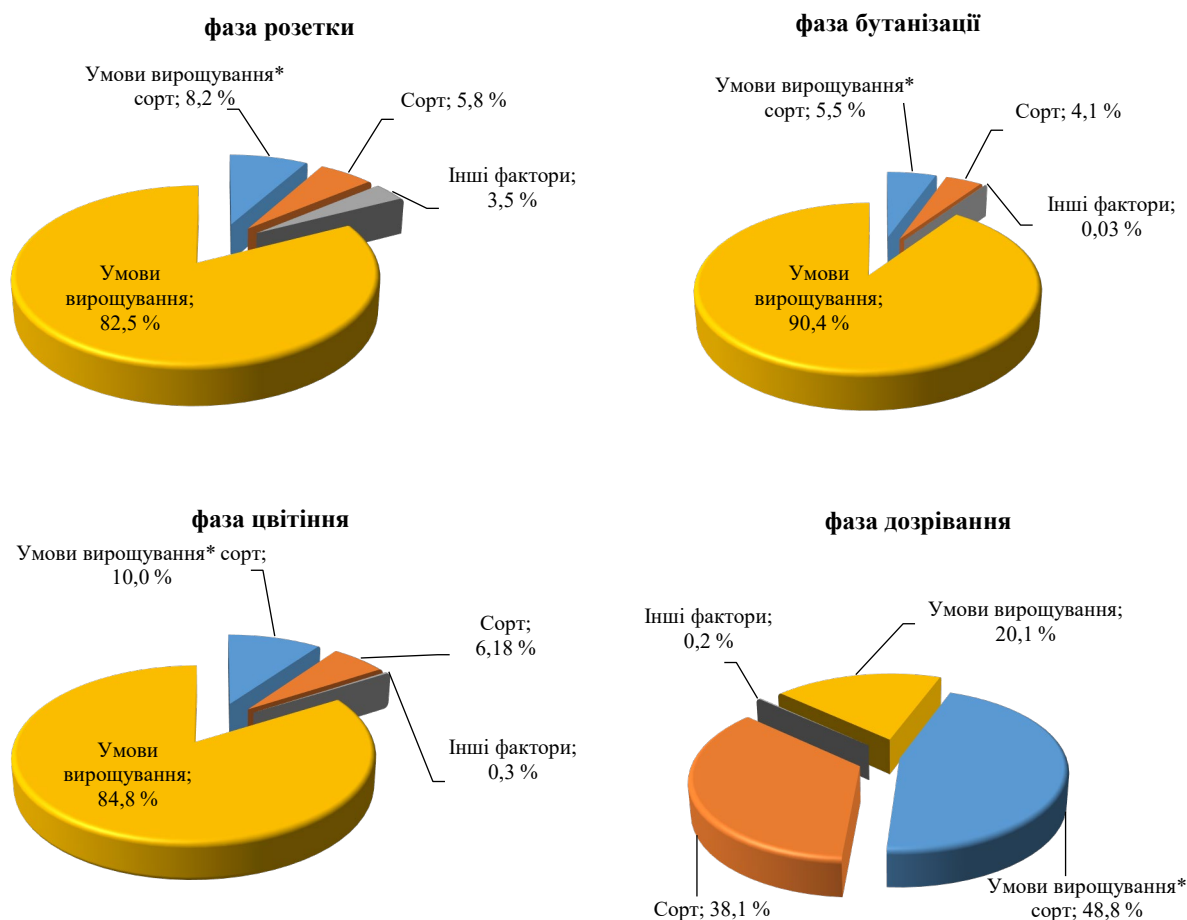


Рис. 2. Частка впливу факторів на висоту рослин залежно від сортових особливостей

Продуктивність гірчиці залежала не лише від екологічних чинників, але і від біологічних особливостей – елементів структури урожаю. Найбільш варіабельний із усіх елементів продуктивності гірчиці є число стручків на рослині. Потенційна здатність рослин родини хрестоцвітих формувати бутони, квітки і стручки дуже висока, але її реалізація суттєво залежить як від внутрішніх, так і від зовнішніх факторів. Тому кількість стручків на одній рослині змінюється в дуже великих межах [22].

Залежно від сортових особливостей кількість стручків на рослині достовірно змінювалася.

Таблиця 3

Елементи структури урожаю залежно від сортових особливостей (середнє за 2021–2023 рр.)

Варіант – сорт	Кількість стебел, шт.	Кількість стручків на рослині, шт.	Насіння в стручку, шт.
Еталон	2,3	44,3	3,0
Царівна Півночі	3,1	66,0	2,9
Підпечерецька	3,2	60,8	3,0
Аріадна	3,8	68,7	3,1
Ослава	4,0	68,5	3,1
НІР _{0,05 заг.}	0,56	0,88	0,61
НІР _{0,05 сорт}	0,33	0,51	0,35

З'ясовано, що за роками досліджень кількість стручків та стебел на рослинах змінювалася як залежно від сортових особливостей, так і умов вирощування насіння гірчиці. Найбільшу кількість стебел і стручків на рослинах всіх сортів було

У середньому за три роки найбільшу кількість стручків формувалося на рослинах сортів Аріадна – 68,7 шт. та Ослава – 68,5 шт. Достовірно меншу кількість стручків сформовано на рослинах сорту Еталон. Аналогічна залежність спостерігалася з кількості стебел. Найбільше стебел формували рослини сортів Аріадна та Ослава, достовірно менше їх було в інших сортах. Найменш мінливий елемент урожайності гірчиці є кількість насіння в стручку, яка змінювалася по сортах від 2,9 до 3,1 шт. достовірної різниці залежно від генотипу не виявлено (*табл. 3*).

сформовано в 2021 році. Достовірно більше було стебел і стручків на рослинах сортів Аріадна, Ослава та Царівна Півночі. Аналогічна залежність спостерігалася в 2022 та 2023 рр. але порівняно з 2021 р. їх кількість була достовірно меншою (*табл. 4*).

Таблиця 4

Елементи структури урожаю залежно від сортових особливостей (2021–2023 рр.)

Рік	Варіант – сорт	Кількість стебел, шт.	Кількість стручків на рослині, шт.	Насіння в стручку, шт.
2021	Еталон	3,1	69,4	3,3
	Царівна Півночі	3,5	86,4	3,4
	Підпечерецька	4,3	76,8	3,3
	Аріадна	4,7	79,1	3,4
	Ослава	4,8	78,3	3,4
2022	Еталон	2,1	47,4	3,0
	Царівна Півночі	2,5	56,3	3,0
	Підпечерецька	3,3	56,8	3,0
	Аріадна	3,7	59,1	3,0
	Ослава	3,8	54,3	3,0
2023	Еталон	2,3	44,3	3,0
	Царівна Півночі	3,3	55,3	2,8
	Підпечерецька	2,0	48,6	3,0
	Аріадна	3,0	68,0	3,3
	Ослава	3,3	73,0	3,3
НІР _{0,05 заг.}		0,56	0,88	0,61
НІР _{0,05 умови вирощування}		0,25	0,39	0,27
НІР _{0,05 сорт}		0,33	0,51	0,35

Дисперсійним аналізом встановлено, що найбільший вплив на формування елементів структури урожаю був фактору «умови вирощування», який становив від 35,3 до 65,5 %, вплив фактору «сорт» також був великим від 20 до 35,5 %, а вплив взаємодії факторів був незначним (*рис. 3*).

Одним з критеріїв оцінки ефективності застосування елементів технології вирощування є рівень урожайності та якості насіння. Встановлено, що збільшення показників структури врожаю

сприяло підвищення насінневої продуктивності гірчиці. У середньому врожайність насіння достовірно збільшилася всіх сортів. Найвищим він був у сортів Підпечерецька і Ослава – по 1,25 т/га та Аріадна – 1,17 т/га, які характеризувалися і вищими біометричними показниками – елементами структури урожаю. Між урожайністю насіння та елементами структури урожаю, кореляційно-регресійним аналізом, виявлено середню залежність з коефіцієнтом кореляції 0,47–0,66.

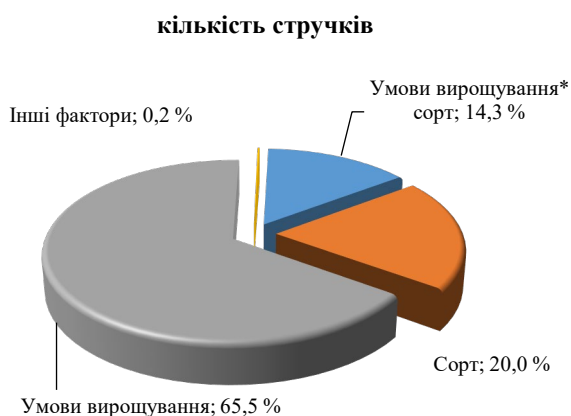


Рис. 3. Частка впливу факторів на формування елементів структури урожаю

Висновки

Формування підвищеної продуктивності гірчиці визначають окремі елементи до яких належать висота рослин, кількість стебел, кількість стручків на рослині та кількість насінин в стручку. Виявлено, що висота рослин гірчиці упродовж всі фаз росту і розвитку рослин за три роки досліджень залежала від сортових особливостей та кліматичних умов вирощування.

Якщо в фазу розетки висота рослин сорту Ослава була найвищою (10,4 см), то уже в фазах бутонізації, цвітіння та дозрівання достовірно вищою вона була в сорту Аріадна (38,9, 66,6 і 103,4 см відповідно). Найбільша кількість стручків формувалася на рослинах сортів Аріадна – 68,7 шт. та Ослава – 68,5 шт. Достовірно меншу кількість стручків сформовано на рослинах сорту Еталон (44,3 шт.). Аналогічна залежність спостерігалася з кількості стебел. Найменш мінливий елемент урожайності гірчиці є кількість насіння в стручку, яка змінювалася по сортах від 2,9 до 3,1 шт. достовірної різниці залежно від генотипу не виявлено. Найсприятливіші умови для формування біометричних показників і, відповідно – урожайності насіння гірчиці були в 2021 р. Висота рослин по сортах в 2021 р. в фазу розетки була 11,1–12,9 см, в 2022 р. – 6,5–9,2 см. Аналогічна залежність спостерігається в інші фази росту і розвитку культури. Також достовірно більше стебел і стручків на рослинах сортів Аріадна, Ослава та Царівна Півночі було в 2021 році. Найбільший вплив на формування елементів структури урожаю був фактору «умови вирощування», який становив від 35,3 до 65,5 %, вплив фактору «сорт» також був великим від 20 до 35,5 %, а вплив взаємодії факторів був незначним. Збільшення показників структури врожаю сприяло підвищенню насінневої продуктивності гірчиці усіх сортів, але якість насіння – енергія проростання, схожість та маса 1000 насінин не підвищувалася залежно від величини елементів структури урожаю, достовірної різниці по сортах не виявлено.

Конфлікт інтересів

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

References

- Siavash, B., Karaptianand, J., & Zare, S. (2005). Studying on lipid content and fatty acids in some varieties of colza (*Brassica napus*). *Journal of Pajuhesh & Sazandegi*, 67, 95–101.
- Zhuikov, O. H. (2014). Rynok hirchytisi v Ukraini: stan, problemy, perspektivy. *Tavriyskiy Naukovyi Visnyk*, 87, 39–48. [in Ukrainian]
- Mikolajko, I., & Karpuk, L. (2023). Peculiarities of mustard genofond formation in Ukraine. *Agrobiologiya*, 2 (183), 187–194. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-183-2-187-194>
- Abramuk, M. I., Huzinovych, S. Y., & Zozulia, O. L. (2011). *Hirchytisia*. Symfoniia: Ivano-Frankivsk [in Ukrainian]
- Arkhypenko, F. M., Sliusar, S. M., & Oksymets, O. L. (2006). *Hirchytisia bila* – kultura shyrokooho diapazonu vykorystannia. *Ahronom*, 3, 26–28. [in Ukrainian]
- Osyk, N. S., Shvedov, Y. V., Shyshkov, H. Z., & Kalenov, P. A. (2000). Peculiarities of the chemical composition of mustard seeds and oil. *Yzvestyia Vuzov. Food Technology*, 4, 20–23.
- Mazur, V. O., Protsiv, P. B., Hamalii, S. M., & Popovych, Yu. V. (2009) *Hirchytisia*. Symfoniia-forte, Ivano-Frankivsk [in Ukrainian]
- Kolosok, V. G., & Butenko, S. O. (2023). Type and varietal features of mustard seed quality formation under the conditions of the Northeastern Forest- Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 51 (1), 64–71. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.8>
- Saiko, V. F., & Vyshnevskiy, V. S. (2015). Vplyv elementiv tekhnologii na formuvannia produktyvnosti hirchytisi biloi sortu Etalon. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru Instytut Zemlerobstva NAAN*, 4, 72–78. [in Ukrainian]

10. Butenko, S. O., & Jia, P. (2022). The influence of plant growth regulators on the quality of mustard seeds in the conditions of the north-eastern Forest Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 124, 10–17. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.2>
11. Orlovskij, N. I. (1968). Fiziologiya saharnoj svekly. In: I. F. Buzanov [Red.]. *Biologiya i selekcija saharnoj svekly*. Moskva: Kolos [In Russian]
12. Butenko, S. O., & Jia, P. (2022). The influence of plant growth regulators on the quality of mustard seeds in the conditions of the North-Eastern Forest Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 124, 10–17. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.2>
13. Shakhid, A. (2018). Vplyv norm mineralnykh dobryv na rist rozvytok roslyn hirchytsi biloi v umovakh Pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 101, 141–145. [in Ukrainian]
14. Voloshchuk, M. (2024). Formation of yield of white mustard seeds depending on the level of mineral nutrition of plants. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 75 (1), 18–29. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-1-2](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-1-2)
15. Blashchuk, M. I., & Tetereshchenko, N.M. (2014). Vplyv strokiv sivby ta doz mineralnykh dobryv na produktyvnist hirchytsi biloi. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Instytutu Oliinykh Kultur NAAN*, 21, 65–74. [in Ukrainian]
16. Hamaiunova, V. V., Khonenko, L. H., Kovalenko, O. A., & Hyrlia, L. M. (2014). Urozhainist hirchytsi zalezno vid pohodnykh umov ta norm vysivu na chornozemakh pivdennykh. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 88, 50–55. [in Ukrainian]
17. Melnychuk, T., Sendetskyi, V., Lys, N., & Stelmakh, O. (2024). The influence of sowing dates and sowing rates on the formation of productivity of white mustard in the conditions of Precarpathia. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 75 (2), 87–97. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-8](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-8)
18. Volkodav, V. V. (Red.). (2020). *Metodyka derzhavnoho sortovyprovuvannia silskohospodarskykh kultur. Vypusk 1. Zahalna chastyna*. Derzhavna komisiia Ukrainy po vyprovuvanniu ta okhoroni sortiv roslyn. Kyiv [in Ukrainian]
19. DSTU 4138-2002 *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti*. Chynnyy vid 2004-01-01. (2002). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=91465 [in Ukrainian]
20. Fisher, R. A. (2006) *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications.
21. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi STATISTICA 6. Metodychni vказivky*. Kyiv [in Ukrainian]
22. Zhernova, N. P. (2009). Vplyv elementiv tekhnolohii na produktyvnist hirchytsi sareptskei sortu Svitlana. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Instytutu Oliinykh Kultur UAAN*, 14, 143–149. [in Ukrainian]

ORCID

Mykolaiko I.  <https://orcid.org/0000-0002-4985-4918>



2024 Mykolaiko I. 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.

Evaluation of the effect of foliar fertilization with Plantafol on the productivity of tomato hybrids (*Solanum lycopersicum* L.)

V. Sievidov✉

Article info

Correspondence Author

V. Sievidov

E-mail:

sievidov.vp@gmail.comState Biotechnological
University,
44 Alchevskih street,
Kharkiv, 61000,
Ukraine

Citation: Sievidov, V. (2024). Evaluation of the effect of foliar fertilization with Plantafol on the productivity of tomato hybrids (*Solanum lycopersicum* L.). *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 26–30. doi: 10.31210/spi2024.27.03.04

A study was conducted to determine the effect of foliar feeding with Plantafol on the growth and development of F1 tomato hybrids plants of different ripening periods throughout the growing season and the overall yield. The aim of our research was to determine the effect of foliar feeding with Plantafol (manufactured by Valagro, Italy) on the growth and development of plants throughout the growing season and the overall yield of tomato hybrids. In the experiment conducted in 2018–2021 in film greenhouses at the experimental site of the State Biotechnology University in the south-eastern part of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, the following options for fertilizing with Plantafol were studied in the fruiting phase using F1 tomato hybrids Berberana (early) and Bostina (medium). It was found that foliar feeding accelerated the development phases of plants compared to the control without treatment. The development of plants treated with Plantafol was most intense in the budding phase, with buds forming on the plant two to four days earlier than in the control. The biometric indicators in the mass flowering phase were higher in plants that received foliar feeding with Plantafol. Depending on the foliar feeding used, during the mass flowering period, a difference of 3 to 18 % was determined in the main biometric indicators of tomato plants. During the fruiting phase Fertilizing with Plantafol showed the best plant development in the experiment with three plant treatments. The formation of the total tomato yield by months of the fruiting period in the experiment with three plant treatments was maximum, with the yield level indicator for both hybrids being 12–21 % higher than the control. According to the research results, the best was the experiment with three treatments, which resulted in an increase in yield for the Berberana hybrid by 17.5 % (by 2.8 kg/m²) compared to the control and for the Bostina hybrid by 14.8 % (by 2.2 kg/m²) compared to the control. The prospects for further research are to establish the relationship between the composition of chelated micronutrient fertilizers with various chelating agents and the impact on the processes of yield formation from the application of such fertilizers by foliar feeding methods and the selection of the optimal fertilizer composition for further use, due to which producers will be able to receive additional profit.

Keywords: tomato (*Solanum lycopersicum* L.), hybrids, chelate complexes, microfertilizers, cultivation technology, foliar feeding, yield.

Оцінка впливу позакореневого підживлення препаратом Плантафол на урожайність гібридів помідора (*Solanum lycopersicum* L.)

В. П. Сєвідов

Державний
біотехнологічний
університет,
м. Харків,
Україна

Проведено дослідження впливу позакорневих підживлень препаратом Плантафол на ріст та розвиток рослин гібридів F1 помідору різної групи стиглості протягом всього вегетативного періоду та рівень загальної врожайності. Метою наших досліджень було визначення впливу позакорневих підживлень препаратом Плантафол (виробництва Valagro, Італія) на ріст та розвиток рослин протягом всього вегетативного періоду та рівень загальної врожайності гібридів помідору. У досліді проведеному у 2018–2021 роках у плівкових теплицях на дослідній ділянці Державного біотехнологічного університету у південно-східній частині Лівобережного Лісостепу України вивчали варіанти позакореневого підживлення препаратом Плантафол із залученням гібридів F1 помідора Берберана (ранній) та Бостіна (середньоранній). Встановлено, що застосування позакорневих підживлень порівняно з контрольним варіантом без обробки пришвидшувало проходження рослинами фаз розвитку. Розвиток рослин оброблених препаратом Плантафол був найбільш інтенсивним у фазу бутонізації, на дві-чотири доби раніше за контроль відбувалось формування бутонів на рослині. Перевищення біометричних показників у фазу масового цвітіння мали рослини які отримували позакореневі підживлення препаратом Плантафол. В залежності від проведених позакорневих підживлень, у період масового цвітіння, визначено різницю по основних біометричних показниках рослин помідора, яка становила від 3 до 18 %. У фазу плодоношення Проведення підживлень препаратом Плантафол показало кращий розвиток рослин за варіантом досліді з трьома обробками рослин. Формування загальної врожайності помідора за місяцями періоду плодоношення у досліді з трьома обробками рослин було максимальним, із показником рівня врожайності для обох гібридів – на 12–21 % більше контролю. За результатами досліджень визначено, що найкращим виявився варіант досліді з трьома обробками, за яким отримано підвищення врожайності для гібриду Берберана на 17,5 % (на 2,8 кг/м²) порівняно з контролем та для гібриду Бостіна на 14,8 % (на 2,2 кг/м²) порівняно з контролем. Перспективою подальших досліджень є встановлення залежності між складом хелатних мікродобрив з різними хелатуючими агентами та впливу на процеси формування врожайності від внесення таких добрив методами позакореневого підживлення та вибору оптимального складу добрива для подальшого застосування, завдяки чому виробники матимуть можливість отримувати додатковий прибуток.

Ключові слова: помідор (*Solanum lycopersicum* L.), гібриди, хелатні комплекси, мікродобрива, технологія вирощування, позакореневі підживлення, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Сєвідов В. П. Оцінка впливу позакореневого підживлення препаратом Плантафол на урожайність гібридів помідора (*Solanum lycopersicum* L.). *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 26–30.

Вступ

У сучасному сільському господарстві використання для кореневого та позакореневого внесення хімічні засоби удобрення та захисту рослин виявилися одним з найзначущих факторів його швидкого розвитку. Загальна біологізація сільського господарства вимагає формування альтернативних систем удобрення у технології вирощування сільсько-господарських культур, вимагає пошуку ефективних саме біоорганічних систем у реалізації потенціалу рослин з залученням біопрепаратів різної природи (стимулятори, підсилювачі азотфіксації, тощо) [1, 2].

У даний час набувають поширення мікродобрива, що містять як макро-, так і мікроелементи. Що призвело до пошуку інших джерел поживних речовин з використанням більш безпечних для навколишнього середовища мікродобрив на основі комплексонатів (хелатів) металів. Їх виробляють шляхом сполучення катіонів металів з молекулами органічних кислот з утворенням стійких сполук – хелатів. Встановлено, що хелати (солі органічних кислот) мають високу біологічну активність, внаслідок чого використовуються з метою підвищення засвоєності рослинами корисних речовин [3–5].

Зниження родючості ґрунтів є, в тому числі, наслідком зменшення обсягів внесення добрив, недотримання науково обґрунтованих сівозмін, ігнорування закону повернення у ґрунт основних елементів живлення та ін. Тому розробка альтернативних екологічно безпечних підходів до зниження забруднення ґрунтів є нагальною необхідністю [6–10]. Цінність комплексних добрив з добавками мікроелементів полягає в тому, що їх обґрунтоване застосування забезпечує потужний розвиток рослини. Найкращим шляхом забезпечення рослин мікроелементами є проведення позакорневих підживлень мікродобривами [11–14].

В останні роки хелатні мікродобрива через свою низьку вартість, екологічність та завдяки своїй здатності відновлювати сільськогосподарські ґрунти, покращувати врожайність та якість сільсько-господарських культур почали широко використовуватись у сільському господарстві передових країн. З метою зниження дефіциту мікроелементів та замість неорганічних солей застосовують хелати, які є водорозчинними поживними речовинами та при позакореневому внесенні, практично не закріплюються у ґрунті [15–18]. Дослідниками запропоновано кілька можливих варіантів механізму впливу мінеральних добрив у вигляді хелатних комплексів на ростові процеси овочевих рослин, зокрема помідорів. Розуміння цих взаємодій дасть розуміння шляхів підвищення врожайності сільського господарства при мінімізації небажаних сполук у плодах [19–22].

Особливу увагу привертає виробництво овочів, зокрема помідорів. Помідори – найпопулярніша овочева культура у світі. Світове щорічне виробництво свіжих помідорів складає близько 180 млн. тонн. Вони становлять майже 20% всіх вироблених овочів. В Україні їх обсяг у загальній структурі фонду споживання овочів та фруктів має найбільшу

частку – 40–45 кг [23–25]. Загалом практичні дослідження також вказують на те, що хелатні комплекси в цілому корисні не тільки для росту пагонів і коренів рослин помідора, але і діють як каталізатор процесів поглинання поживних речовин та сприяють підвищенню врожайності овочевих культур. Для вирішення проблеми підвищення врожайності культури помідора актуальним є вивчення ефективності існуючих препаратів для позакореневого внесення.

Мета дослідження

Метою досліджень було визначення впливу позакорневих підживлень препаратом Плантафол на ріст та розвиток рослин протягом всього вегетативного періоду та рівень загальної врожайності гібридів помідору різної групи стиглості.

Завдання досліджень передбачали: виявлення впливу кількості позакорневих підживлення рослин різними концентраціями препарату Плантафол на біометричні показники рослин й урожайність та визначення кореляції між ними.

Матеріали і методи

Експериментальні дослідження проводили у 2018–2021 роках у плівкових теплицях на дослідній ділянці Державного біотехнологічного університету у південно-східній частині Лівобережного Лісостепу України. Матеріалом для досліджень були індетермінантні гібриди помідора – Берберана F1 (ранній) та Бостіна F1 (середньоранній).

Для виконання запланованих завдань досліджень застосовували такі варіанти підживлення препаратом Плантафол:

- без підживлення (контроль); одна обробка препаратом 10.54.10 у фазу 3 листків;
- дві обробки – перша препаратом 10.54.10 у фазу 3 листків + друга препаратом 20.20.20 у фазу початку цвітіння;
- три обробки – перша препаратом 10.54.10 у фазу 3 листків + друга препаратом 20.20.20 у фазу початку цвітіння + третя препаратом 5.15.45 у фазу плодоношення.

Плантафол, за стандартами Євросоюзу, відноситься до високо хімічно чистих і повністю розчинних добрив, спеціально розроблених для позакореневого підживлення. До складу також входять ПАР та ад'юванти, що підвищують кутикулярну клітинну проникність та ефективність позакорневих підживлень.

При дослідженні впливу застосування хелатних препаратів на якісні та кількісні показники плодів помідору визначено стратегії ефективного пом'якшення згубного впливу засолення на овочеві культури, які вирощуються у захищених умовах. Крім того, показано переваги контрольованих помірних коригувань засолення при захищеному вирощуванні для підвищення їх поживної цінності [26, 27].

Рослини помідора вирощували у весняно-літній культурозміні. Повторність досліду чотириразова, загальна кількість рослин – 480 шт. насіння

досліджуваних гібридів висівали у касети у третю декаду лютого, у третю декаду квітня – першу декаду травня висаджували на постійне місце вирощування у теплицю. Загальна площа ділянки – 8 м², площа облікової ділянки – 5 м², Схема висаджування розсади на постійне місце у плівкову теплицю 90+50×35 см. Варіанти дослідів розміщували методом повної рандомізації.

У польовому досліді програмою досліджень передбачалися: фенологічні спостереження за термінами проходження фаз вегетації рослинами помідора, визначення біометричних показників рослин (висота рослин, діаметр стебла, площа листової поверхні, кількість листків та маса плода), облік врожайності. Біометричні виміри проводили у фазі масового цвітіння і плодоношення рослин. Облік урожайності плодів помідора проводили окремо за варіантами і повторностями.

Результати та їх обговорення

За результатами досліджень визначено рівень впливу позакореневих підживлень на строки проходження рослинами помідора фаз розвитку. Застосування позакореневих підживлень порівняно з контрольним варіантом без обробки пришвидшувало проходження рослинами фаз розвитку. Спостереження свідчать, що розвиток рослин оброблених препаратом Плантафол був найбільш інтенсивним у фазу бутонізації, на дві-чотири доби раніше за контроль відбувалось формування бутонів на рослині. Обробка також пришвидшувала строк вступу рослин у фазу масового плодоношення у всіх варіантах досліду.

Більш розвиненими виявилися рослини при застосуванні препарату Плантафол у варіанті з трьома обробками, біометричні показники яких у фазу цвітіння були найбільшими (рис. 1).

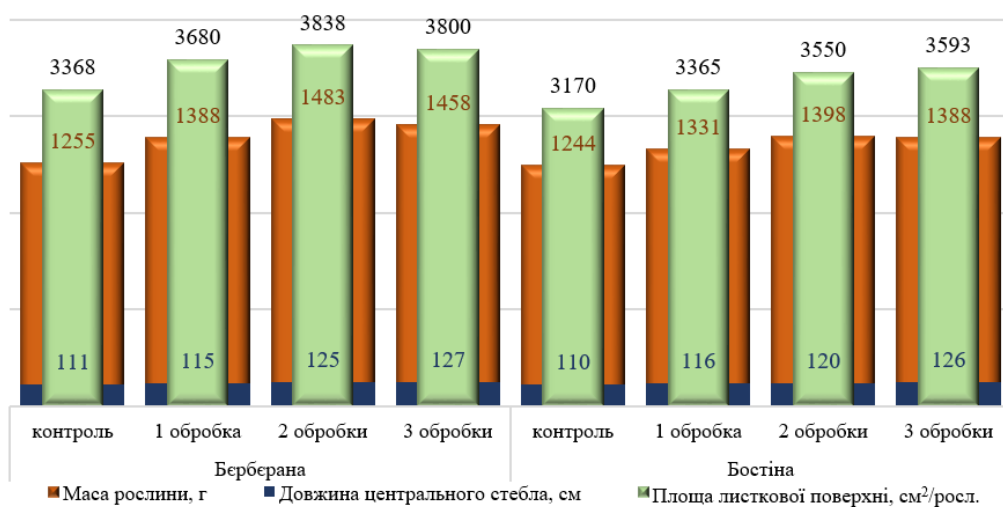


Рис. 1. Біометричні показники рослин, у фазу масового цвітіння, середнє за 2018–2021 рр.

Перевищення біометричних показників у фазу масового цвітіння мали рослини які отримували позакореневі підживлення препаратом Плантафол. Всі інші варіанти також перевищували контроль, але були менше варіанту з трьома обробками. В залежності від проведених позакореневих підживлень, у період масового цвітіння, визначено

різницю по основних біометричних показниках рослин помідора, яка становила від 3 до 18 %.

Дослідження біометричних показників у фазу плодоношення показало кращий розвиток рослин за варіантом досліду з трьома обробками рослин препаратом Плантафол (рис. 2).

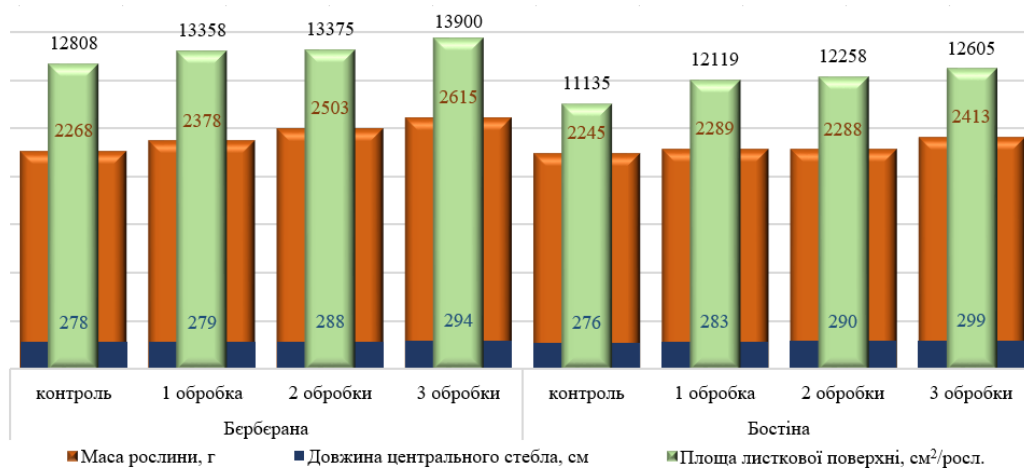


Рис. 2. Біометричні показники рослин, у фазу масового плодоношення, середнє за 2018–2021 рр.

Варіант досліджу з трьома обробками рослин гібриду Бостіна був найбільш високорослим – 299,3 см, на 8 % більше контролю. Найбільше значення показника площі листової поверхні (13900 см²) отримано для гібриду Берберана за варіантом досліджу з трьома обробками, що на 9 % більше контролю, а для гібриду Бостіна (12605 см²) також за цим варіантом досліджу, що на 13 % більше контролю.

У період масового плодоношення відмічено сильний прямий зв'язок маси рослини з площею листової поверхні ($r = 0,98 \pm 0,59$), кореляційні зв'язки площі листової поверхні з довжиною

центрального стебла ($r = -0,68 \pm 0,57$) та маси рослини з довжиною центрального стебла ($r = -0,78 \pm 0,28$). Інші біометричні показники мали між собою середній та сильний обернений зв'язок (*табл. 1*).

Найменший рівень врожайності отримано в 2018 році – 13,3 кг/м² для гібриду Бостіна за контрольним варіантом та 16,5 кг/м² для гібриду Берберана за варіантом досліджу з трьома обробками. А найвищим показник загальної врожайності було відзначено в 2021 році на рівні від 16,7 кг/м² для гібриду Бостіна за контрольним варіантом до 20,4 кг/м² для гібриду Берберана за варіантом досліджу з трьома обробками (*табл. 2*).

Таблиця 1

Кореляційні зв'язки між біометричними показниками рослин, у фазу масового плодоношення, середнє за 2018–2021 рр.

Показники	Довжина центрального стебла, см	Площа листової поверхні, см ² /роsl.	Маса рослини, г
Площа листової поверхні, см ² /роsl.	-0,68±0,57	x	
Маса рослини, г	-0,78±0,28	0,98±0,59	x

Таблиця 2

Формування загального врожаю за варіантами обробки, за 2018–2021 рр.

Фактор А (гібрид)	Фактор Б (кількість обробок)	Урожайність, кг/м ²				середнє	± до контролю	
		2018	2019	2020	2021		кг	%
Берберана	Без обробки (контроль)	14,5	15,2	14,9	18,1	15,7	-	-
	1 обробка	15,2	16,3	15,9	19,0	16,6	0,9	5,9
	2 обробки	16,1	17,1	18,2	19,5	17,7	2,1	13,1
	3 обробки	16,8	18,3	18,2	20,4	18,4	2,8	17,5
Бостіна	Без обробки (контроль)	13,3	15,1	14,2	16,7	14,8	-	-
	1 обробка	14,0	15,6	14,3	17,4	15,3	0,5	3,3
	2 обробки	14,4	15,9	16,6	17,9	16,2	1,4	9,3
	3 обробки	15,5	16,6	17,2	18,8	17,0	2,2	14,8

Залежно від проведених позакореневих підживлень препаратом Плантафол було забезпечено зростання загальної урожайності для гібриду Берберана від 15,7 кг/м² за контрольним варіантом досліджу до 18,4 кг/м² за варіантом досліджу з трьома обробками, а для гібриду Бостіна від 14,8 кг/м² за контрольним варіантом до 17,0 кг/м² за таким самим варіантом досліджу.

Висновки

Розвиток рослин оброблених препаратом Плантафол був найбільш інтенсивним у фазу масового цвітіння досліджувані гібриди за варіантом досліджу з позакореневими підживленнями мали найбільш розвинені рослини, в середньому на 3–18 % більше контролю. У фазі масового плодоношення відзначено найбільші серед досліджених біометричні показники за варіантом досліджу з трьома позакореневими підживленнями. Завдяки проведенню позакореневих підживлень цим препаратом отримано зростання рівня врожайності

помідору. Найкращим виявився варіант досліджу з трьома обробками, за яким отримано підвищення врожайності для гібриду Берберана на 17,5 % (на 2,8 кг/м²) порівняно з контролем та для гібриду Бостіна на 14,8 % (на 2,2 кг/м²) порівняно з контролем.

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у вивченні особливостей впливу різних за складом комплексонів на розвиток рослин та оцінку агрохімічного ефекту від внесення таких добрив методами позакореневого підживлення та вибору оптимального складу добрива для подальшого застосування у повному циклі вирощування культури помідора.

Конфлікт інтересів

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

References

- Mazur, V. A., Honcharuk, I. V., Pantsyryeva, H. V., & Telekalo, N. V. (2020). *Ahroekolohichne obgruntuvannia tekhnolohichnykh pryimiv vyroshchuvannia zernobobovykh kultur*. Vinnytsia: TOV «TVORY» [in Ukrainian]
- Palamarchuk, V., Honcharuk, I., Honcharuk, T., & Telekalo, N. (2018). Effect of the elements of corn cultivation technology on bioethanol production under conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (3), 42–50.
- Furseth, B. J., Conley, S. P., & Ané, J. (2012). Soybean response to soil rhizobia and seed-applied rhizobia inoculants in Wisconsin. *Crop Science*, 52 (1), 339–344. <https://doi.org/10.2135/cropsci2011.01.0041>
- Chinchik, A., Olifirovich, S., Olifirovich, V., & Tretiakova, S. (2019). Perspectives of biologization of cultivation of leguminous crops in Ukraine. *Collected Works of Uman National University of Horticulture*, 94 (1), 198–207. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2019-94-1-198-207>
- Holodna, A. (1970). Growth and development of narrow-leaved lupin and its productivity depending on variants of fertilizer and biological preparations. *Feeds and Feed Production*, 92, 54–61. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-05>
- Khodakivska, O., Hladunenka, R., Korchynska, S., & Tkachuk, L. (2021). Chemical reclamations of acid soils: organizational and economic measures and modern technological solutions. *Ekonomika APK*, 318 (4), 40–50. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202104040>
- Melnik, V., Romanasheko, O., Tsyhanenko, M., Fesenko, H., Kaliuzhnyi, O., Kachanov, V., & Romanashenko, I. (2020). Use of organic fertilizers: economic and ecological aspects. *Scientific Journal «Engineering of Nature Management»*, 3 (17), 29–34. [https://doi.org/10.37700/enm.2020.3\(17\).29-34](https://doi.org/10.37700/enm.2020.3(17).29-34)
- Gamajunova, V., Kuvshinova, A., Kudrina, V., & Sydiakina, O. (2020). Influence of biologics on water consumption of winter barley and sunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe. *Innovative Solution in Modern Science*, 6 (42), 149. [https://doi.org/10.26886/2414-634x.6\(42\)2020.9](https://doi.org/10.26886/2414-634x.6(42)2020.9)
- Hospodarenko, H., Cherny, O., & Cherednyk, A. (2019). The value of organic fertilizers in the system of extraction of poly culture in field crop rotation. *Visnik L'vivskogo Nacional'nogo Agrarnogo Universitetu. Agronomiia*, 23, 184–190. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.184>
- Hospodarenko, H. M., Cherny, O. D., Martyniuk, A. T., & Boiko, V. P. (2021). Removal of basic nutrients from the soil by field crop rotations with different fertilizers. *Agrochemistry and Soil Science*, 91, 31–40. <https://doi.org/10.31073/acss91-04>
- Chen, H., Ke, Q., Kluz, T., Yan, Y., & Costa, M. (2006). Nickel ions increase histone H3 lysine 9 dimethylation and induce transgene silencing. *Molecular and Cellular Biology*, 26 (10), 3728–3737. <https://doi.org/10.1128/mcb.26.10.3728-3737.2006>
- Huang, H., Ullah, F., Zhou, D.-X., Yi, M., & Zhao, Y. (2019). Mechanisms of ROS regulation of plant development and stress responses. *Frontiers in Plant Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00800>
- Smychenko, V. M., & Miroshnychenko, M. M. (2021). Impact of the depth of fertilizer localization on the nutrient regime of Lviv Chernic Phaeozem and yield of spring barley. *Agrochemistry and Soil Science*, 91, 22–30. <https://doi.org/10.31073/acss91-03>
- Sydiakina, O. V., & Pavlenko, S. H. (2021). Efficiency of application of microelements in the nutritional system of sunflower plants (literature review). *Taurian Scientific Herald*, 118, 152–158. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.19>
- Liu, Z., Ma, C., Xiao, Y., Lili, Z., Muhammad, T., & Li, Y. (2023). Application of chelated fertilizers to mitigate organic-inorganic fouling in brackish water drip irrigation systems. *Agricultural Water Management*, 285, 108355. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108355>
- Xu, M., Du, L., Liu, M., Zhou, J., Pan, W., Fu, H., Zhang, X., Ma, Q., & Wu, L. (2022). Glycine-chelated zinc rather than glycine-mixed zinc has lower foliar phytotoxicity than zinc sulfate and enhances zinc biofortification in waxy corn. *Food Chemistry*, 370, 131031. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131031>
- Wang, Y., Muhammad, T., Liu, Z., Liang, H., Wang, X., Wang, Z., Ma, C., & Li, Y. (2022). Chelated copper reduces yet manganese fertilizer increases calcium-silica fouling in brackish water drip irrigation systems. *Agricultural Water Management*, 269, 107655. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107655>
- Suzuki, M., Urabe, A., Sasaki, S., Tsugawa, R., Nishio, S., Mukaiyama, H., Murata, Y., Masuda, H., Aung, M. S., Mera, A., Takeuchi, M., Fukushima, K., Kanaki, M., Kobayashi, K., Chiba, Y., Shrestha, B. B., Nakanishi, H., Watanabe, T., Nakayama, A., Fujino, H., Kobayashi, T., Tanino, K., Nishizawa, N. K., & Namba, K. (2021). Development of a mugineic acid family phytosiderophore analog as an iron fertilizer. *Nature Communications*, 12 (1). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21837-6>
- Qaderi, M. M., Martel, A. B., & Strugnell, C. A. (2023). Environmental factors regulate plant secondary metabolites. *Plants*, 12 (3), 447. <https://doi.org/10.3390/plants12030447>
- Becatti, E., Petroni, K., Giuntini, D., Castagna, A., Calvenzani, V., Serra, G., Mensuali-Sodi, A., Tonelli, C., & Ranieri, A. (2009). Solar UV-B radiation influences carotenoid accumulation of tomato fruit through both ethylene-dependent and -independent mechanisms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (22), 10979–10989. <https://doi.org/10.1021/jf902555x>
- Ay, A., Demirkaya, S., Kizilkaya, R., & Gülsler, C. (2022). The effects of two Fe-EDDHA chelated fertilizers on dry matter production and Fe uptake of tomato seedlings and Fe forms of a calcareous soil. *Eurasian Journal of Soil Science (EJSS)*, 11 (3), 259–265. <https://doi.org/10.18393/ejss.1085194>
- Shenker, M., & Chen, Y. (2005). Increasing iron availability to crops: fertilizers, organo-fertilizers, and biological approaches. *Soil Science and Plant Nutrition*, 51 (1), 1–17. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2005.tb00001.x>
- Sievidova, I. O. (2013). Vplyv yakosti ovochevoi produktsii na konkurentospromozhnistivochivnyctva. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universitetu: Ekonomika APK*. 20 (1), 302–306. [in Ukrainian]
- Chipomho, J., Mtali-Chafadza, L., Masuka, B. P., Murwir, M., Chabata, I., Chipomho, C., & Msindo, B. (2018). Organic soil amendments: implications on fresh tomato (*Solanum lycopersicum*) yield, weed density and biomass. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 28 (3), 845–853.
- Yarovy, H., Sievidov, V., & Sievidov, I. (2020). Productivity and productivity of indeterminate type tomato hybrids in plastic film greenhouses. *Vegetable and Melon Growing*, 67, 64–72. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2020-67-64-72>
- Gruda, N. S., Dong, J., & Li, X. (2024). From Salinity to nutrient-rich vegetables: strategies for quality enhancement in protected cultivation. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 43 (5), 327–347. <https://doi.org/10.1080/07352689.2024.2351678>
- Krumbein, A., Schwarz, D., & Kläring, H.-P. (2006). Effects of environmental factors on carotenoid content in tomato (*Lycopersicon esculentum* (L.) Mill.) grown in a greenhouse. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 80, 160–164.

ORCID

Sievidov V. 

<https://orcid.org/0000-0002-3826-5149>



2024 Sievidov V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Analysis of miscanthus varieties for adaptability, yield and energy productivity of biomass in the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine

R. Teteriuk | M. Kulyk✉

Article info

Correspondence Author
M. Kulyk
E-mail:
kulykmaksym@ukr.net

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

Citation: Kulyk, M., & Teteriuk, R. (2024). Analysis of miscanthus varieties for adaptability, yield and energy productivity of biomass in the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 31–37. doi: 10.31210/spi2024.27.03.05

A comprehensive study of energy crops, taking into account the technology elements, is the key to obtaining a sustainable harvest of energy-intensive biomass (raw material for biofuel production). It is very important to choose the right miscanthus varieties for specific growing conditions, considering their adaptive properties, yield and energy productivity. This article is dedicated to the study of this issue. The research was carried out during the period of 2020–2024 using the methodology of experimental agronomy and scientific recommendations. The scheme of the experiment involved 5 varieties of miscanthus giganteus of Ukrainian origin. The variants were randomly placed in a four-fold replication. The research results found that during the first to third years, miscanthus varieties showed high adaptive properties. On average, over the years, miscanthus plants were resistant to lodging (9.0–9.7 points), drought-resistant (8.2–9.7 points) and cold-resistant (9.0–9.4 points). Miscanthus plants of the following varieties have the highest complex adaptability to growing conditions: ‘Hulliver’ and ‘Osinnii zoretsvit’ (9.5 and 9.6 points, respectively), slightly lower but high level of adaptability was observed in the varieties ‘Biotekh’ and ‘Verum’ (9.3 and 9.4 points, respectively), and the lowest adaptability was recorded in the variety ‘Universalnii’ (less than 9.0 points). The varieties with the longest growing season were found to be: ‘Hulliver’ and ‘Osinnii zoretsvit’ (202.2 and 200.7 days, respectively). Other varieties under study had a shorter growing period. Having calculated the yield of miscanthus biomass in terms of dry biomass, the inter-variety difference of these parameters was determined. The most productive varieties were ‘Osinnii zoretsvit’ and ‘Hulliver’ (at or above 12.5 t/ha of dry biomass). The same varieties provided a high yield of biomass (37.5 and 39.3 t/ha, respectively) and energy yield (at or above 675.0 GJ/ha) over the three years. Thus, the response of miscanthus plants to environmental conditions is reflected in their adaptability and the duration of the growing season. This is closely related to biomass yield. Varieties with a longer growing season also provided higher yields of energy-intensive biomass: ‘Hulliver’ and ‘Osinnii zoretsvit’.

Keywords: miscanthus, variety, adaptability, productivity, yield, energy productivity, energy yield.

Аналіз сортів міскантусу за адаптивністю, врожайністю та енергопродуктивністю біомаси в умовах Лівобережного Лісостепу України

P. С. Тетерюк | М. І. Кулик

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Всебічне вивчення енергетичних культур, з урахуванням елементів технології є запорукою отримання сталої врожайності енергоємної біомаси (сировина для виробництва біопалив). При цьому, правильно підбір сортів міскантусу, з урахуванням певних умов вирощування та їх адаптивних властивостей, потенціалу врожайності та енергопродуктивності має актуальне значення. Саме вивченню цих питань і присвячена дана публікація. Дослідження були проведені протягом 2020–2024 років з використанням методики дослідної справи в агрономії та наукових рекомендацій. У схему експерименту було залучено 5 сортів міскантусу гігантського українського походження. Варіанти на площі були розміщено рендомізовано у чотирикратній повторності. За результатами досліджень встановлено, що впродовж першого–третього років сорти міскантусу проявили високі адаптивні властивості. В середньому за роки рослини міскантусу були стійкі до вилягання (9,0–9,7 балів), посухостійкі (8,2–9,7 балів) та холодостійкі (9,0–9,4 балів). Найбільшою комплексною адаптивністю до умов вирощування володіють рослини міскантусу наступних сортів: ‘Гулівер’ та ‘Осінній зорецвіт’ (відповідно 9,5 і 9,6 балів), дещо нижча, але на високому рівні – вона наявна у сортів ‘Біотех’ і ‘Верум’ (відповідно 9,3 і 9,4 балів), та найнижча – відмічена у сорту ‘Універсальний’ (менше 9,0 балів). Встановлено, що найбільш тривалим вегетаційним періодом відзначилися сорти: ‘Гулівер’ та ‘Осінній зорецвіт’ (відповідно 202,2 та 200,7 діб). Менш тривалим цей період був у інших сортів поставлених на вивчення. Після обліку врожайності біомаси міскантусу за сухою біомасою визначено міжсорткову різницю за даними показниками. Найбільш врожайними сортами виявились ‘Осінній зорецвіт’ та ‘Гулівер’ (на рівні, або більше 12,5 т/га сухої біомаси). Ці ж сорти сумарно за три роки забезпечили й високий обсяг біомаси (відповідно 37,5 і 39,3 т/га) та вихід енергії (на рівні, або більше 675,0 ГДж/га). Таким чином, реакція рослин міскантусу на вплив умов зовнішнього середовища відображається їх адаптивністю та тривалістю вегетаційного періоду. Що має тісний зв’язок з врожайністю біомаси. Самі ті сорти, що характеризувалися більш подовженим періодом вегетації забезпечили й високу врожайність енергоємної біомаси: ‘Гулівер’ та ‘Осінній зорецвіт’.

Ключові слова: міскантус, сорт, адаптивність, продуктивність, врожайність, енергопродуктивність, вихід енергії.

Бібліографічний опис для цитування: Тетерюк П. С., Кулик М. І. Аналіз сортів міскантусу за адаптивністю, врожайністю та енергопродуктивністю біомаси в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 31–37.

Вступ

На сьогодні, для отримання доступної й дешевої енергії все більша увага вчених спрямована на вивчення альтернативних джерел енергії в світі. Залучення до використання альтернативних джерел енергії наразі є актуальним питанням й для України. З-поміж них – рослинна біомаса спеціальних рослин вирощуваних для отримання енергії є найбільш доступною. До таких рослин відносять так звані «енергетичні культури», що є адаптованими до умов вирощування та високоврожайними [1]. Поряд з цим, за допомогою енергетичних культур цілком можливо підвищити енергонезалежність територіальних громад нашої країни. При цьому важливим є оцінка потенціалу енергокультур, в т.ч. і міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus*), як однієї із високопродуктивних енергокультур [2]. Враховуючи значні площі маргінальних земель та наявні зареєстровані сорти міскантусу гігантського виникла потреба у забезпеченні цих площ якісним садивним матеріалом. Дане питання потребує більш глибокого вивчення.

З усіх видів енергетичних культур найбільш поширеним на території України є представники родини тонконогових (*Poaceae*): міскантуси, просо прутноподібне (світчграс), сорго цукрове та ін. [3]. Менш поширені, але високопродуктивні за біомасою та виходом енергії з одиниці площі є клони верби й тополі та різновиди павловнії [4–6].

Встановлено, що поряд із диверсифікацією сільськогосподарських культур [7, 8], наявним потенціалом рослинного ресурсу [9], енергетичні культури володіють високими адаптивними властивостями та здатні формувати високі врожаї біомаси в умовах України [10–12]. Хоча всі енергетичні культури високоврожайні, вони дають різну продукцію з огляду енергоємності біомаси [13, 14]. На цей показник, поряд із ґрунтово-кліматичними умовами, в більшій мірі мають вплив сортові властивості, аніж агротехнологія вирощування культур [15–17].

Відмітимо, що з-поміж наукових установ України які працюють по селекції та насінництву сортів енергетичних культур є: Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НААН України [18, 19], Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України [20, 21] та інші, в т.ч. зарубіжні [22, 23].

Насьогодні інтродукція та селекція міскантусу розвивається у двох основних напрямках: як декоративної та енергетичної рослини [24, 25].

Інші науковці, аналізуючи сучасний стан розвитку селекції та реєстрації представників роду *Miscanthus* в Україні та світі здійснили їх порівняльний аналіз. При цьому вони встановили потенціал енергії, що забезпечують рослини біоенергетичного напрямку використання. При цьому визначено важливість поглиблення селекційної роботи зі створення нових сортів міскантусу [26].

З урахуванням своїх особливостей *Miscanthus Lutarioriparius* широко вирощується на маргінальних, низькопродуктивних землях [27]. При цьому

фітоценози міскантусу можуть формувати щорічний обсяг біомаси на рівні 28,4 т/га [28]. Водночас біомаса цієї рослини вважається відмінною сировиною для біомаси, оскільки його стебла мають високий вміст лігноцелюлози та низький вміст золи [29].

Поряд з цим, на сьогодні ґрунтового аналізу й дослідження видових особливостей, зареєстрованих сортів та інтродукованих сортозразків рослин з роду міскантусу за господарською придатністю, врожайністю та енергопотенціалом в науковій літературі недостатньо. У зв'язку з чим дане питання, що обране для дослідження є актуальним.

Мета дослідження

Мета дослідження – вивчення сортів міскантусу гігантського за адаптивністю рослин, врожайністю та енергопродуктивністю біомаси.

Матеріали і методи

Дослідження були проведені протягом 2020–2024 років з використанням методики дослідної справи в агрономії [30] та наукових рекомендацій [31–33]. У схему експерименту було залучено сорти міскантусу гігантського українського походження. Варіанти на площі були розміщено рендомізовано у чотирикратній повторності.

Для проведення досліджень застосували загальновідомі методи (діалектики, аналізу і синтезу) та спеціальні методи, з-поміж яких: лабораторний та польовий.

Матеріалом для дослідження були сорти міскантусу гігантського, що внесені в Реєстр [34]: 'Верум', 'Осінній зорецвіт', 'Гулівер', 'Біотех', та 'Універсальний'.

Вивчення сортів міскантусу проводили відповідно до офіційного опису сортів рослин та показників їх господарської придатності з урахуванням географічної та зони рекомендації їх використання [35, 36].

Енергетичну продуктивність, з урахуванням енергоємності біомаси міскантусу гігантського проводили відповідно методики [37].

Математичну обробку експериментальних даних проводили на основі статистичного аналізу дослідних даних із застосуванням комп'ютерної програми Статистика 6.0 [38].

Результати та їх обговорення

Період проведення досліджень в умовах центральної частини Лівобережного Лісостепу характеризувався нестійкими кліматичними умовами (*рис. 1, рис. 2*).

Упродовж 2020–2024 років спостерігалось відхилення середньодобової температури повітря від середньобагаторічних показників. Ці відхилення у бік збільшення, порівняно із середніми фіксували у наступні періоди: березні та червні 2020 року, липні 2021 року, серпні 2022–2023 рр. та липні-серпні й частково першої половини вересня 2024 року.

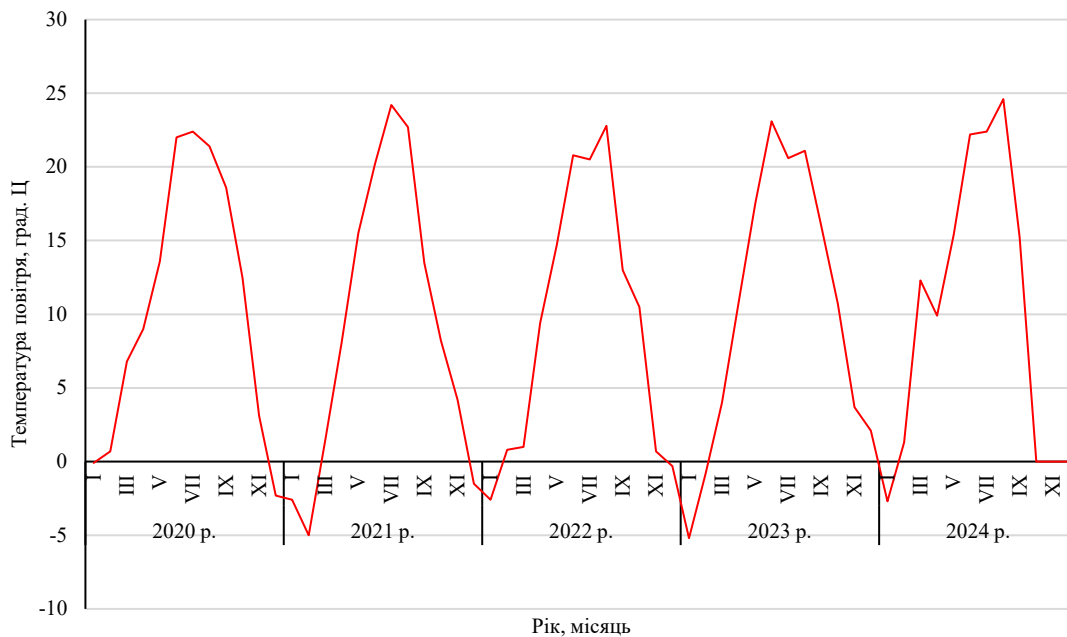


Рис. 1. Середньомісячна температура повітря за період вегетації міскантусу, 2020–2024 рр.

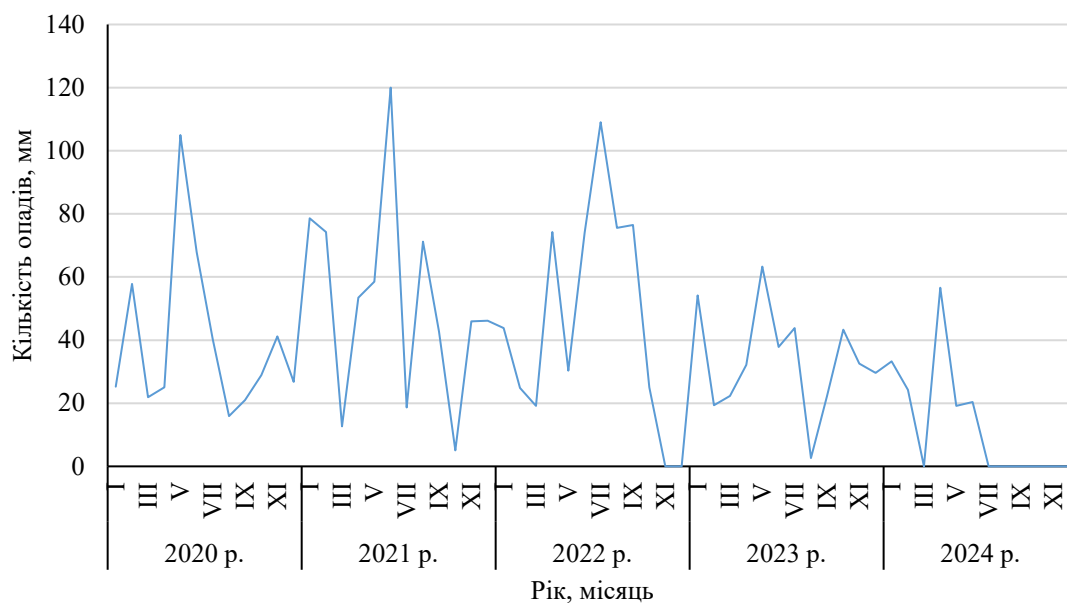


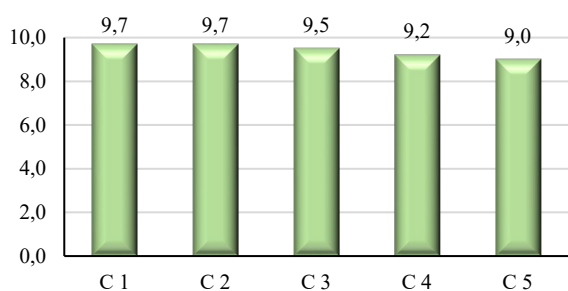
Рис. 2. Середньомісячна кількість опадів за період вегетації міскантусу, 2020–2024 рр.

Протягом 2020–2024 років в умовах проведення досліджень також відмічали відхилення середньомісячної кількості опадів від середньобогаторічних показників. Надмірна кількість опадів відмічена у квітні та червні 2020–2021 років та протягом окремих періодів червня, серпня й вересня 2022 року. Збільшення опадів порівняно із середніми показниками відмічали також у квітні, серпні, жовтні-листопаді 2023 року, а також в окремі періоди квітня-травня 2024 року. Протягом періоду вегетації енергетичних культур спостерігали й окремі посушливі періоди, що припадали на весняні місяці 2022 року. Нестачу опадів також відмічали у літні місяці 2021–2022 років та 2023–2024 років. Що дало можливість об'єктивно оцінити реакцію рослин

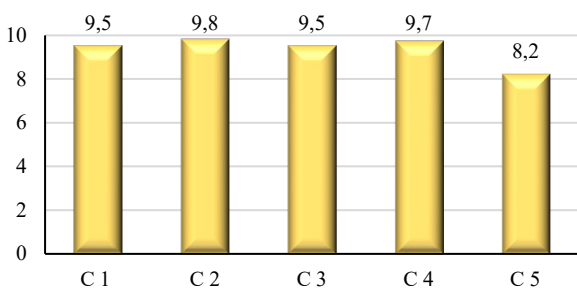
міскантусу гігантського на умови вирощування за їх адаптивністю.

Адаптивність рослин міскантусу гігантського до умов вирощування здійснювали протягом кожного року вегетації, відповідно 10-ти бальної шкали. При цьому визначали основні показники: стійкість рослин до виліяння, посухо- та холодостійкість, на основі чого встановлювали їх комплексну стійкість.

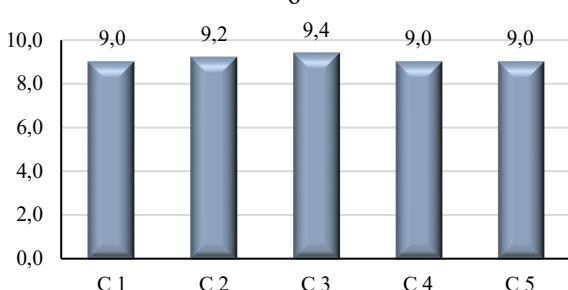
Протягом першого-третього років сорти міскантусу гігантського проявили високі адаптивні властивості, що в динаміці зростали з першого по третій період вирощування культури. В середньому за роки рослин міскантусу були стійкі до виліяння (9,0–9,7 балів), середньо- та посухостійкі (8,2–9,8 балів) та холодостійкі (9,0–9,4 балів), див. **рис. 3**.



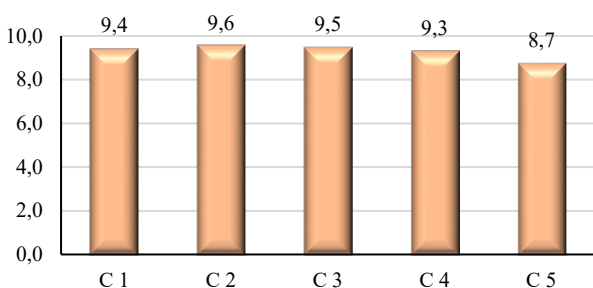
а



б



в



абв

Рис. 3. Адаптивні властивості сортів міскантусу гігантського:

а – стійкість до вилягання, б – посухостійкість, в – холодостійкість, абв – комплексна стійкість, середнє за 2020–2024 рр.

Примітки: С 1 – сорт ‘Верум’, С 2 – сорт ‘Осіній зорецвіт’, С 3 – сорт ‘Гулівер’, С 4 – сорт ‘Біотех’, С 5 – сорт ‘Універсальний’.

Найбільшою комплексною стійкістю до умов вирощування володіють рослини міскантусу гігантського наступних сортів: ‘Гулівер’, ‘Верум’ та Осіній зорецвіт (9,4–9,6 балів), дещо нижча, але на високому рівні – наявна у сортів ‘Біотех’ (на рівні 9,3 балів), та найнижча – відмічена у сорту ‘Універсальний’ (8,7 балів).

Протягом періоду дослідження (впродовж 2020–2024 рр.) зафіксовано різну тривалість вегетаційного періоду сортів міскантусу гігантського, яка мала значне варіювання в межах досліджуваного сортименту – від 175,9 до 204,3 діб (табл. 1, рис. 4).

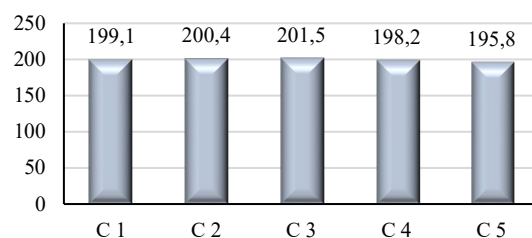
Таблиця 1

Тривалість вегетаційного періоду сортів міскантусу гігантського, 2020–2024 рр.

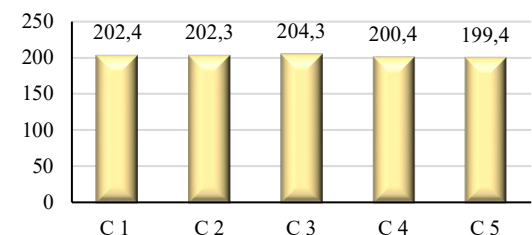
Сорт	Період, роки			Середнє за роки
	2020–2022 (перший)	2021–2023 (другий)	2022–2024 (третій)	
С 1	199,1	202,4	189,6	197,0
С 2	200,4	202,3	199,5	200,7
С 3	201,5	204,3	200,8	202,2
С 4	198,2	200,4	197,2	198,6
С 5	195,8	199,4	175,9	190,4
Середнє	199,0	201,8	192,6	197,8

Примітки: С 1 – сорт ‘Верум’, С 2 – сорт ‘Осіній зорецвіт’, С 3 – сорт ‘Гулівер’, С 4 – сорт ‘Біотех’, С 5 – сорт ‘Універсальний’.

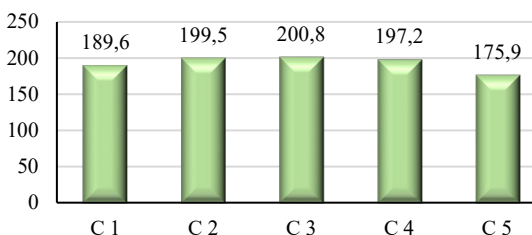
Протягом років дослідження спостерігалось незначне збільшення вегетаційного періоду сортів міскантусу на другий рік (199,4–204,3 діб) порівняно з першим (195,8–201,5 діб) та третім (175,9–200,8 діб), рис. 4.



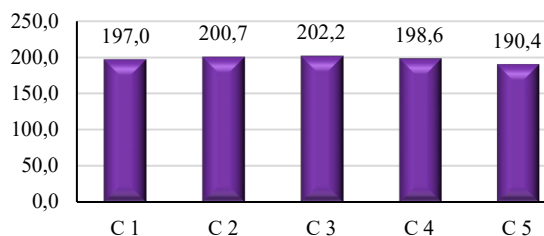
а



б



в



абв

Рис. 4. Тривалість вегетаційного періоду сортів міскантусу гігантського:

а – перший рік вегетації, б – другий рік вегетації, в – третій рік вегетації, абв – середнє за роки, 2020–2024 рр.

Примітки: С 1 – сорт ‘Верум’, С 2 – сорт ‘Осіній зорецвіт’, С 3 – сорт ‘Гулівер’, С 4 – сорт ‘Біотех’, С 5 – сорт ‘Універсальний’.

В середньому за роки дослідження з-поміж сортів, що вивчалися найбільш тривалим вегетаційним періодом відзначилися сорти: ‘Осінній зорецвіт’, ‘Гулівер’, (більше 200 діб), дещо нижча – він був у сортів ‘Верум’ та ‘Біотех’ і найменш тривалим цей період був у сорту ‘Універсальний’ (190,4 діб). Що вказує на те, що досліджувані сорти міскантусу

мали різну реакцію на погодні умови вирощування й вегетували протягом неоднакового проміжку часу (190,4–202,2 діб).

За вивчення врожайності сортів міскантусу за сухою біомасою встановлено, що цей показник в динаміці років дослідження варіював у досить широких межах – від 4,9 до 19,5 т/га (табл. 2).

Таблиця 2

Урожайність сортів міскантусу за сухою біомасою (т/га), 2020–2024 рр.

Сорт	Період, роки			Середнє за роки	+/- до умовного стандарту
	2020–2022 (перший)	2021–2023 (другий)	2022–2024 (третій)		
С 1	5,7	12,5	18,3	12,2	–
С 2	5,5	13,0	19,0	12,5	+0,3
С 3	6,4	13,4	19,5	13,1	+0,9
С 4	5,3	12,3	18,2	11,9	–0,3
С 5	4,9	11,3	17,9	11,4	–0,8
Середнє	5,6	12,5	18,6	12,2	–
НІР ₀₅	0,13	0,12	0,14	–	–
НІР ₀₅ (рік) 5,98, НІР ₀₅ (сорт) 0,44, НІР ₀₅ (рік і сорт) 0,13 т/га.					

Примітки: С 1 – сорт ‘Верум’, С 2 – сорт ‘Осінній зорецвіт’, С 3 – сорт ‘Гулівер’, С 4 – сорт ‘Біотех’, С 5 – сорт ‘Універсальний’.

З-поміж сортів міскантусу гігантського в середньому за три роки найбільш врожайними за сухою біомасою був сорт ‘Гулівер’ (13,1 т/га, прибавка до умовного стандарту сягала 0,9 т/га) і

‘Осінній зорецвіт’ (12,5 т/га, прибавка 0,3 т/га). Менш врожайним (11,9 т/га, зменшення до стандарту на 0,3 т/га) був сорт ‘Біотех’. Найменш врожайними був сорт ‘Універсальний’ (11,4 т/га), *рис. 5*.

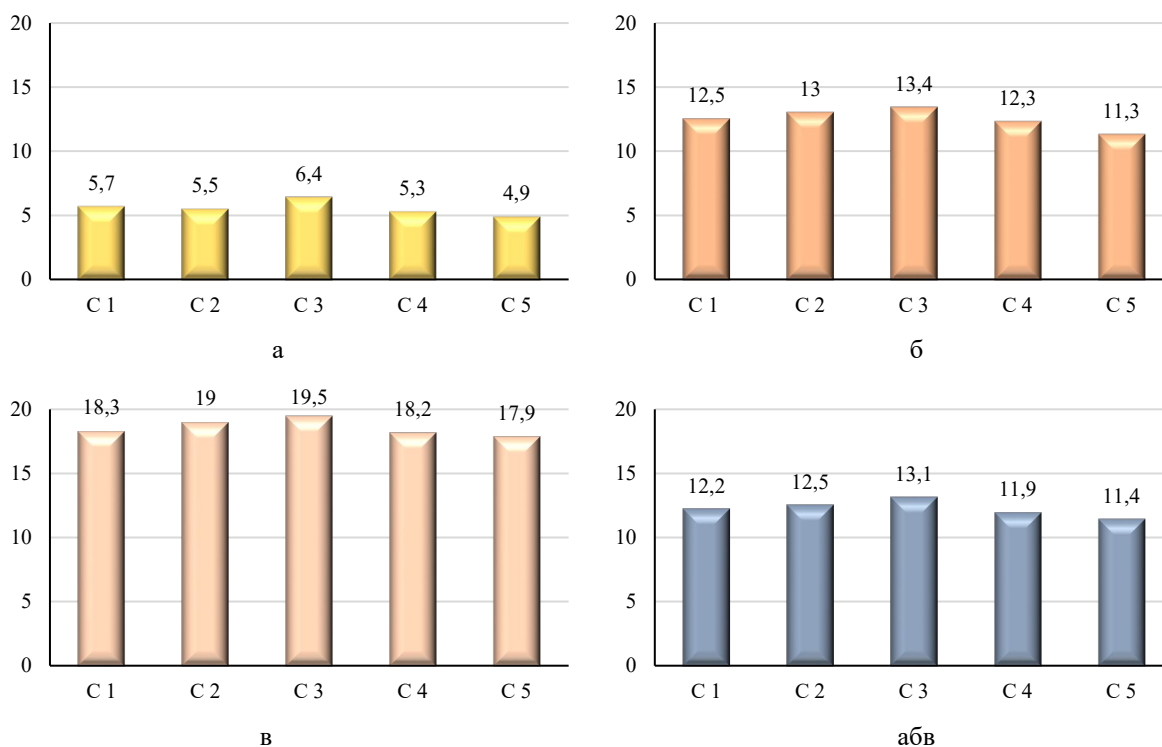


Рис. 5. Урожайність сухої біомаси сортів міскантусу гігантського:

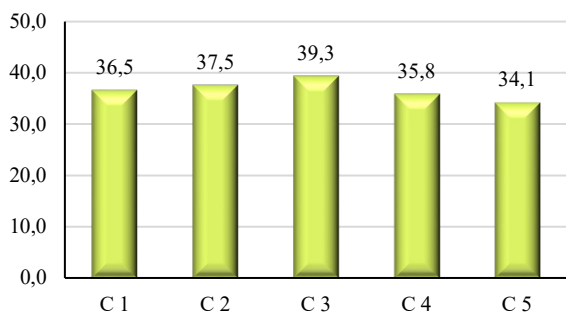
а – перший рік, б – другий рік, в – третій рік, абв – середнє за роки, 2020–2024 рр.

Примітки: С 1 – сорт ‘Верум’, С 2 – сорт ‘Осінній зорецвіт’, С 3 – сорт ‘Гулівер’, С 4 – сорт ‘Біотех’, С 5 – сорт ‘Універсальний’.

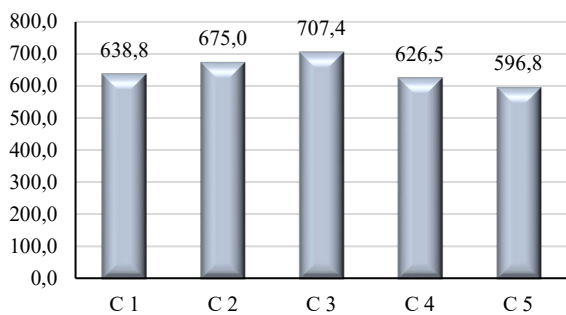
З-поміж досліджуваного сортименту за врожайністю сухої біомаси виокремлено сорти міскантусу гігантського ‘Гулівер’ (від 6,4 до 19,5 т/га, в середньому за роки 13,1 т/га). На однаковому рівні (відповідно 12,5 та 12,2 т/га в середньому за роки) врожайність біомаси формувалася

у сортів ‘Осінній зорецвіт’ та ‘Верум’, а у сорту ‘Універсальний’ цей показник був суттєво нижчим (11,4 т/га).

Обсяг сухої біомаси та вихід енергії з неї в розрізі сортів міскантусу гігантського разом за роки дослідження наведено на *рис. 6*.



а



б

Рис. 6. Обсяг сухої біомаси (а) та вихід енергії (б) сортів міскантусу гігантського, у сумі за 2020–2024 рр.

Примітки: С 1 – сорт ‘Верум’, С 2 – сорт ‘Осінній зорецвіт’, С 3 – сорт ‘Гулівер’, С 4 – сорт ‘Біотех’, С 5 – сорт ‘Універсальний’.

За обсягом біомаси виокремлено сорт міскантусу гігантського ‘Гулівер’ (39,3 т/га, в сумі за три роки). Суттєво нижчим і майже на однаковому рівні цей показник був у сортів: ‘Верум’ і ‘Осінній зорецвіт’, відповідно 36,5 та 37,5 т/га. Сорт ‘Біотех’ забезпечив обсяг біомаси на рівні 35,8 т/га, а найнижчим цей показник був у сорту ‘Універсальний’ (34,1 т/га).

З урахуванням теплоємності біомаси (17,5–18,0 Мдж/кг) та її обсягу отриманої за три роки ці ж сорти міскантусу забезпечили й найбільший сумарний вихід енергії, що властиве сортам: ‘Гулівер’ (707,4 ГДж/га), ‘Осінній зорецвіт’ (675,0 ГДж/га), та ‘Верум’ (638,8 ГДж/га), інші сорти – мали цей показник значно меншим.

Висновки

Найбільша комплексна стійкість до умов вирощування (стійкість до вилягання, посухо та холодостійкість) та тривалість вегетаційного періоду характерна сортам міскантусу гігантського: ‘Гулівер’, ‘Верум’ та Осінній зорецвіт’, а найнижча – для сорту ‘Універсальний’.

У середньому за врожайністю та обсягом сухої біомаси виокремлено сорти міскантусу гігантського ‘Гулівер’ (відповідно показників 13,1 та 39,3 т/га). Суттєво нижчими ці показники були у сортів ‘Осінній зорецвіт’ та ‘Верум’ (12,5 і 36,5 та 12,2 і 35,8 т/га відповідно), у інших сортів вони були суттєво нижчими.

За показником виходу енергії з біомаси виокремлено сорти міскантусу гігантського: ‘Гулівер’

(707,4 ГДж/га), ‘Осінній зорецвіт’ (675,0 ГДж/га), та ‘Верум’ (638,8 ГДж/га).

Перспективи подальших досліджень. У перспективі, з урахуванням удосконалених елементів технології вирощування виокремлених сортів міскантусу гігантського дозволить виробляти достатній обсяг енергоємної рослинної біомаси для виготовлення біопалив.

Конфлікт інтересів

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

References

- Kulyk, M. I. (Red). (2023). *Energy crops: assortment, biology, ecology, agrotechnology: collective monograph*. Poltava: “Astraia”
- Pryshliak, N. (2021). Potential possibilities of growing bioenergy crops for the production of solid biofuels. *Agrosvit*, 1–2, 33. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2021.1-2.33>
- Kulyk, M. I., Kurylo, V. L., Kalinichenko, O. V., & Galyska, M. A. (2019). Plant energy resources : agroecological, economic and energy aspects : Monograph. Astraya Poltava.
- Costanza, J. K., Abt, R. C., McKerrow, A. J., & Collazo, J. A. (2016). Bioenergy production and forest landscape change in the southeastern United States. *GCB Bioenergy*, 9 (5), 924–939. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12386>
- Vokalchuk, B. M., & Fuchylo, Ya. D. (2021). The influence of nitrogen fertilizers on the productivity of energy biomass of willow. *Bioenergy*, 2. <https://doi.org/10.47414/be.2.2021.244116>
- Fuchylo, Ya. D., Hnap, I. V., & Hanzhenko, O. M. (2018). Growth and productivity of some foreign cultivars of energy willow in Volyn Opillia. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14 (2), 230–239. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134775>
- Cardinale, B. J., Wright, J. P., Cadotte, M. W., Carroll, I. T., Hector, A., Srivastava, D. S., Loreau, M., & Weis, J. J. (2007). Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (46), 18123–18128. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709069104>
- Hufnagel, J., Reckling, M., & Ewert, F. (2020). Diverse approaches to crop diversification in agricultural research. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40 (2). 1–17. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00617-4>
- Bianchi, F. J. J. A., Booi, C. J. H., & Tschardtke, T. (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273 (1595), 1715–1727. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3530>
- Humentyk, M. Ya., Radeiko, B. M., Fuchylo, Ya. D., Sinchenko, V. M., Hanzhenko, O. M., Bondar, V. S., Fursa, A. V., Kvak, V. M., Kharytonov, M. M., & Kateleviskyi, V. M. (2018). *Cultivation of bioenergy crops*. Kyiv : Kompynt.
- Humentyk, M. Ya. (2010). Perspektyvy vyroshchuvannya bahatorichnykh zlakovykh kultur dlia vyrobnytstva biopalyva [Prospects for growing perennial cereal crops for biofuel production]. *Tsukrovi Buriaky*, 4, 21–22 [in Ukrainian]
- Osadchuk, V. D., Hunchak, T. I., & Sanduliak, T. M. (2017). Osoblyvosti vyroshchuvannya svitchhrasu yak enerhetychnoi kultury v umovakh Bukovyny. *Peredhirne ta Hirske Zemlerobstvo i Tvarynystvo*, 61, 102–112 [in Ukrainian]
- Blium, Ya. B., & Heletukha, H. H. (2010). *Novitni tekhnolohii bioenerhokonversii. Monohrafiia*. Kyiv : «Ahrar Media Hrup» [in Ukrainian]
- Hanzhenko, O. M. (2022). *Ahroekolohichni osnovy formuvannya produktyvnosti tsukronosnykh kultur dlia biopalyva: monohrafiia*. Kyiv: Kompynt [in Ukrainian]
- Elbersen, H. W., Christian, D. G., Bassen, N. E., Bacher, W., Sauerbeckat, G., Alexopoulou, E., Sharma, N., Piscioneri, I., Visser, P. De., & Van Den Berg, D (2001). Switchgrass variety choice in Europe. *Aspects of Applied Biology*, 65, 21–28.

16. Chramiec-Głębik, A., Grabowska-Joachimiak, A., Sliwinska, E., Legutko, J., & Kula, A. (2012). Cytogenetic analysis of *Miscanthus* × *giganteus* and its parent forms. *Caryologia*, 65 (3), 234–242. <https://doi.org/10.1080/00087114.2012.740192>
17. Rakhmetova, S. O., Vergun, O. M., Kulyk, M. I., Blume, R. Y., Bondarchuk, O. P., Blume, Y. B., & Rakhmetov, D. B. (2020). Efficiency of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Cultivation in the Ukrainian Forest-Steppe Zone and Development of Its New Lines. *The Open Agriculture Journal*, 14 (1), 273–289. <https://doi.org/10.2174/1874331502014010273>
18. Roik, M. V., Sinchenko, V. M., Ivashchenko, O. O., Pyrkyn, V. I., Kvak, V. M., Humentyk, M. Ia., Hanzhenko, O. M., Sabluk, V. T., Hryshchenko, O. M., Fuchylo, Ya. D., Honcharuk, H. S., Furman, V. A., Suslyk, L. O., Makukh, Ya. P., Remeniuk, S. O., Ivanina, V. V., Fursa, A. V., Bondar, V. S., Bekh, N. S., Kotsar, M. I., Tsvihun, H. V., Kovalchuk, N. S., Nediak, T. M., Vorozhko, S. P., Doronin, V. A., Dryha, V. V., Buzynnyi, M. V., Dubovyi, Yu. P., Pedos, V. P., Balahura, O. V., Smirnykh, V. M., Zaimenko, N. V., Rakhmetov, D. B., Shcherbakova, T. O., Rakhmetov, S. D., & Katelevskiy, V. M. (2019). *Miskantus v Ukraini*: Kyiv: TOV «TsP «Komprint» [in Ukrainian]
19. Rakhmetov, D. B. (2011). *Teoretychni ta prykladni aspekty introduksii roslyn v Ukraini*. Kyiv: Ahrar Media Hrup [in Ukrainian]
20. Gumentyk, M., & Kharytonov, M. (2018). Development and assessment of technologies of miscanthus and switchgrass growing in Forest-Steppe zone of Ukraine. *The Journal "Agriculture and Forestry,"* 64 (2), 137–146. <https://doi.org/10.17707/agricultforest.64.2.10>
21. Dryha, V. V., Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., Doronin, V. V., & Boiko, A. I. (2023). Seed productivity of switchgrass depending on varietal characteristics. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 31, 76–84. <https://doi.org/10.47414/np.31.2023.292395>
22. Hodkinson, T. R., Klaas, M., Jones, M. B., Prickett, R., & Barth, S. (2014). *Miscanthus*: a case study for the utilization of natural genetic variation. *Plant Genetic Resources*, 13 (3), 219–237. <https://doi.org/10.1017/s147926211400094x>
23. Anderson, E., Arundale, R., Maughan, M., Oladeinde, A., Wycislo, A., & Voigt, T. (2011). Growth and agronomy of *Miscanthus giganteus* for biomass production. *Biofuels*, 2 (1), 71–87. <https://doi.org/10.4155/bfs.10.80>
24. Scally, L., Hodkinson, T., & Jones, M. B. (2001). Origins and taxonomy of *Miscanthus*. *Miscanthus for Energy and Fibre*, 1–9.
25. Słomka, A., Kuta, E., Płażek, A., Dubert, F., Żur, I., Dubas, E., Kopeć, P., & Żurek, G. (2012). Sterility of *Miscanthus* × *Giganteus* results from hybrid incompatibility. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 54 (1), 1–11. <https://doi.org/10.2478/v10182-012-0011-1>
26. Roik, M. V., Hontarenko, S. M., & Lashuk, S. O. (2014). Suchasnyi stan rozvytku seleksii ta reiestratsii predstavnykiv rodu *Miscanthus* v Ukraini ta sviiti. *Naukovi Pratsi Instytutu Bioenerhetychnykh Kultur i Tsukrovykh Buriakiv*, 21, 249–254 [in Ukrainian]
27. Atkhanov, A., Turdikulov, I., Mamadiyrov, B., Abdullaeva, N., Nurgaliev, I., Khaydar, Y., & Rashidova, S. (2019). Isolation of nanocellulose from cotton cellulose and computer modeling of its structure. *Open Journal of Polymer Chemistry*, 09 (04), 117–129. <https://doi.org/10.4236/ojpcem.2019.94010>
28. Li, C., Liu, G., Nges, I. A., & Liu, J. (2016). Enhanced biomethane production from *Miscanthus lutarioriparius* using steam explosion pretreatment. *Fuel*, 179, 267–273. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.03.087>
29. Zheng, C., Iqbal, Y., Labonte, N., Sun, G., Feng, H., Yi, Z., & Xiao, L. (2019). Performance of switchgrass and *Miscanthus* genotypes on marginal land in the Yellow River Delta. *Industrial Crops and Products*, 141, 111773. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111773>
30. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., & Kalenska, S. M. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii. Navchalnyi posibnyk: u 2 knyzhakh*. Kharkiv: Maidan [in Ukrainian]
31. Tkachyk, S. O. (Red.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini*. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
32. Vovkodav, V. V. (Red.) (2001). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Vypusk 2: Zernovi, krupiani ta zernobobovi kultury*. Kyiv [in Ukrainian]
33. Rakhmetov, D. B., Kalenska, S. M., Fedorchuk, M. I., Rakhmetov, S. D., Kokovikhin, S. V., Fedorchuk, Ye. M., Fedorchuk, V. H., & Polyvoda, O. M. (2017). *Metodychni rekomendatsii z optymizatsii tekhnologii vyroshchuvannia miskantusu v riznykh hruntovo-klimatychnykh zonakh Ukrainy*. Kremenichuk: Vydavnychiy tsentr «Koloss», DVNZ «Khersonskiy derzhavnyi ahrarniy universytet» [in Ukrainian]
34. Informatsiino-dovidkova sistema «Reiestr sortiv». Retrieved from: <http://service.ukragroexpert.com.ua/> [in Ukrainian]
35. *Okhorona prav na sorty roslyn: Biuletyn*. (2022). Vinnytsia: Ukrainskiy instytut ekspertyzy sortiv roslyn, TOV «TVORY» [in Ukrainian].
36. Informatsiino-dovidkova sistema «Sort». Retrieved from: <http://sort.sops.gov.ua/search/search> [in Ukrainian]
37. Dubrovin, V. O., Holub, H. A., Drahnev, S. V., Heletukha, H. H., Zheleznaia, T. A., Kucheruk, P. P., Matveiev, Yu. B., Kudria, S. O., Zabarnyi, H. M., & Masliukova, Z. V. (2013). *Metodyka uzahalnenoi otsinky tekhnichno-dosiazhnogo enerhetychnoho potentsialu biomasy*. Kyiv: TOV. «Viol-prynt» [in Ukrainian]
38. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 6.0*. Kyiv: PoligrafKonsaling [in Ukrainian]

ORCID

R. Teteriuk 
M. Kulyk 

<https://orcid.org/0009-0003-1715-8824>
<https://orcid.org/0000-0003-0394-5846>



© 2024 Teteriuk R. And Kulyk M. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Physico-chemical parameters of soft and mature cheeses from milk from different breeds of goats

Y. Karban✉

Article info

Correspondence Author

Y. Karban

E-mail:

sikorskaaulia543@gmail.comPoltava State Agrarian
University,
1/3 Skovorody Str.,
Poltava, 36003,
Ukraine

Citation: Karban, Y. (2024). Physico-chemical parameters of soft and mature cheeses from milk from different breeds of goats. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 38–42. doi: 10.31210/spi2024.27.03.06

The work was aimed at researching the physical and chemical parameters of soft and mature cheeses in different periods of the year. The research was conducted in the conditions of Dobro-kraft FG and the Milk Lokal Product expert center on the basis of the Poltava State Agrarian University. For the experiment, 3 groups of goats were formed: the first – goats of the Zaanen breed, the second – of the Anglo-Nubian breed, the third – of the Alpine breed. To study cheese, milk was collected from goats of different breeds and at different times of the year (spring, summer, and autumn), and cheese was cooked according to technological maps for the production of soft fresh and mature cheeses. The soft cheese was delivered to the laboratory on the second day after preparation. Ripe cheese was placed for ripening in the basement at an air temperature of 10 °C and a relative humidity of 60–70 % for a period of 6 months. In the process of research, the physicochemical indicators of soft and mature cheese were determined, such as: mass fraction of fat in dry matter, mass fraction of moisture, mass fraction of kitchen salt, mass fraction of protein. It was established that the physicochemical parameters of soft and mature goat cheese are different and depend on the breed and season. Thus, when studying soft cheese at different times of the year, the minimum indicator of the mass fraction of fat in dry matter in this product was in Zaanen goats, and in Anglo-Nubian goats it was the maximum, where the maximum difference was 9.4 % ($p < 0.01$) (spring) and 10.8 % ($p < 0.001$) (autumn). At the same time, soft cheese from alpine goats was characterized by probably lower moisture content compared to other studied breeds. Determination of the quality of mature goat cheese in the spring period established a probable difference in the mass fraction of fat and protein in the dry matter, where the minimum indicator was observed in the Zaanen breed, which is probably smaller compared to the Anglo-Nubian and Alpine breeds. According to the mass fraction of moisture, there is an inverse pattern of redistribution of indicators in these breeds of goats. Anglo-Nubian and Alpine goats are the most suitable for making cheese for the production of soft and mature goat cheese. The most biologically complete soft cheeses are made in the spring and autumn periods of the year, and mature cheeses are made in the summer and autumn.

Keywords: goats, physico-chemical parameters, mature cheese, soft fresh cheese, Alpine, Zaanen, Anglo-Nubian breeds.

Фізико-хімічні показники м'яких та зрілих сирів з молока від різних порід кіз

Ю. В. Карбан

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Робота була спрямована на дослідження фізико-хімічних показників м'яких та зрілих сирів в різні періоди року. Дослідження було проведено в умовах ФГ «Добро-крафт» та експертному центру «Milk Lokal Product» на базі Полтавського державного аграрного університету. Для експерименту були сформовані 3 групи кіз: перша – козематки зааненської породи, друга – англо-нубійської породи, третя – альпійської порід. Для вивчення сиру було відібране молоко від кіз різних порід та в різні пори року (весна, літо та осінь) та проведена варка сиру за технологічними картами виготовлення м'яких свіжих та зрілих сирів. М'який сир був доправлений до лабораторії на другий день після приготування. Зрілий сир було закладено на визрівання в підвальне приміщення при температурі повітря 10°C та відносній вологості повітря 60–70 % терміном 6 місяців. У процесі досліджень визначили фізико-хімічні показники м'якого та зрілого сиру, такі як: масова частка жиру в сухій речовині, масова частка вологи, масова частка кухонної солі, масова частка білку. Встановлено, що фізико-хімічні показники м'якого та зрілого козиного сиру є неоднаковими та залежать від породи і пори року. Так, при вивченні м'якого сиру у різні пори року мінімальний показник масової частки жиру в сухій речовині в цьому продукті був у зааненських кіз, а у англо-нубійських був максимальним, де максимальна різниця становила 9,4 % ($p < 0,01$) (весна) і 10,8 % ($p < 0,001$) (осінь). При цьому м'який сир від кіз альпійської породи характеризувався вірогідно меншою насиченістю вологою відносно інших досліджуваних порід. Визначення якості зрілого козиного сиру у весняний період, встановило вірогідну різницю за масовою часткою жиру і білку в сухій речовині де мінімальний показник спостерігався в зааненської породи, який вірогідно менший порівняно англо – нубійською і альпійської породами. За масовою часткою вологи спостерігається зворотна закономірність перерозподілу показників у даних порід кіз. Для виготовлення м'якого та зрілого козиного сиру найбільш придатні для сироваріння кози англо-нубійської та альпійської порід. Найбільш біологічно повноцінні м'які сири виготовляються у весняний і осінній періоди року, а зрілі сири – літній та осінній.

Ключові слова: кози, фізико-хімічні показники, зрілий сир, сир м'який свіжий, альпійська, зааненська, англо-нубійська породи.

Бібліографічний опис для цитування: Карбан Ю. В. Фізико-хімічні показники м'яких та зрілих сирів з молока від різних порід кіз. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 38–42.

Вступ

Молочні продукти та споживання молока включають як важливі елементи здорового та збалансованого харчування [1]. Це перша їжа для ссавців, яка забезпечує всю необхідну енергію та поживні речовини для забезпечення правильного росту та розвитку, що має вирішальне значення для формування кісткової маси. Козине молоко та похідні продукти з нього мають особливі та унікальні ароматичні та смакові характеристики, а також особливу харчову цінність для здоров'я [1–3].

Фізико-хімічний склад, мікробіологічні та сенсорні властивості сиру залежать від багатьох факторів, які впливають на якість сирів через склад і технологічну поведінку молока. Порода є основним генетичним аспектом, що впливає на якість молока і, отже, на його коагуляційні властивості та характеристики сиру. Серед них на врожайність сиру, фізико-хімічні характеристики та сенсорні властивості впливає кілька генетичних факторів. Якість молока, що використовується для виробництва сиру, має важливе значення для певних типових продуктів [4–10]. Порода та технологічні практики є важливими інструментами для визначення і диференціації традиційних сирів та навіть можуть сприяти виробництву нових видів сирів [10–15].

Фізико-хімічні показники перебувають під впливом ендогенних факторів. Дослідження масової частки жиру в сухій речовині, вологи, кухонної солі, білку в м'якому та зрілому сирі вважаємо мало з'ясованими, але саме вони відіграють важливу роль у харчуванні людини та залежать від переробки, що впливає на безпечність їх вживання [15–21].

Мета дослідження

Метою нашого дослідження було встановити фізико-хімічні показники м'якого та зрілого сиру з молока від різних порід кіз та у різні періоди року.

Матеріали і методи

Дослідження було проведено в умовах ФГ «Добро-крафт» та експертному центру «Milk Lokal Product» на базі Полтавського державного аграрного університету.

Для експерименту були сформовані 3 групи кіз:

- перша – козематки зааненської породи;
- друга – англо-нубійської породи;
- третя – альпійської порід.

Кількість тварин у групах – 15 голів.

Оцінку показників проводили у тварин віком 3–4 років у різні сезони року.

Для вивчення сиру було відібране молоко від кіз різних порід та в різні пори року (весна, літо та осінь) та проведена варка сиру за технологічними картами виготовлення м'яких свіжих та зрілих сирів.

М'який сир був доправлений до лабораторії на другий день після приготування. Зрілий сир було закладено на визрівання в підвальне приміщення при

температурі повітря 10 °C та відносній вологості повітря 60–70 % терміном 6 місяців.

У процесі досліджень визначили фізико-хімічні показники м'якого та зрілого сиру, такі як: масова частка жиру в сухій речовині кислотним методом він полягає у виокремленні жиру з продукту під дією концентрованої сірчаної кислоти та ізоамілового спирту, а потім вимірюванні об'єму виділеного жиру в градуйованій частині жироміра; масова частка вологи проводили методом висушуванням наважки за температури 102±2 °C; масова частка кухонної солі – для визначення використовували кондуктометричним методом, суть полягає у вимірюванні електропровідності розчину; масова частка білка – методом Дюма, який полягає у спалюванні нітрогеновмісної речовини, внаслідок чого утворюється вільний азот і суміш кількох оксидів, які відповідають основним поширеним елементам-органогенам: CO₂, H₂O, SO₂.

Цифровий матеріал був опрацьований за допомогою програми Excel, а вірогідність різниці між показниками визначали за критерієм Стьюдента.

Результати та їх обговорення

Отримані дані свідчать про те, що фізико-хімічні показники м'якого та зрілого козиного сиру залежать не тільки від породи, а й від пори року (*табл. 1*).

Так, при вивченні м'якого сиру у весняний період встановлено, що мінімальний показник масової частки жиру в сухій речовині був у зааненських кіз, а у англо-нубійських та альпійських він був максимальним, та переважав відповідно на 9,4 % (p<0,01) та 8,6 % (p<0,01).

Таблиця 1

Якість м'якого козиного сиру у весняний період
M±m (n=5)

Показники, %	Породи		
	англо-нубійська	альпійська	зааненська
Масова частка жиру в сухій речовині	51,00±0,61**	50,60±0,89*	46,60±0,98
Масова частка вологи	36,60±1,29	32,20±0,80**	36,00±0,71
Масова частка кухонної солі	0,80±0,05	0,90±0,05	0,80±0,04
Масова частка білку	15,30±0,22	15,00±0,07	14,90±0,07

Примітки: ** – p<0,01, * – p<0,05 – порівняно з зааненською породою кіз. В цій і наступних таблицях: зааненська порода – контрольна група, англо-нубійська та альпійська – дослідні групи.

Встановлено, що показник масової частки вологи у зааненців та англо-нубійців не складав істотної різниці, а у альпійців він був найменшим на 10,5 % (p<0,01).

Відсоток масової частки кухонної солі, при обмеженні до 3 % у витриманому та 2,5% у м'якому сирах в різні пори року був у межах норми, але різниця варіації вказує на кращу дифузійну здатність. Відповідно, найбільша кількість NaCl у весняний період, була відмічена у альпійських

кіз на 12,5 %. При цьому масова частка білка була мінімальною у зааненців, а найбільшою у англо-нубійців де різниця між ними склала 2,7 %.

За дослідженнями м'якого козиного сиру у літній період було доведено, що показник масової частки жиру в сухій речовині не складав вірогідної різниці, але найбільші показники були у англо-нубійських та альпійських кіз, а міжпорідна різниця становила відповідно 4,0 % та 2,7 % (табл. 2).

Таблиця 2

Якість м'якого козиного сиру в літній період
M±m (n=5)

Показники, %	Породи		
	англо-нубійська	альпійська	зааненська
Масова частка жиру в сухій речовині	46,00±1,14	45,40±1,63	44,22±0,86
Масова частка вологи	55,80±2,40	47,00±1,38**	55,00±1,87
Масова частка кухонної солі	1,50±0,13***	1,00±0,08	0,80±0,06
Масова частка білку	14,64±0,13**	14,30±0,08*	14,00±0,07

Примітки: *** – P<0,001, ** – p<0,01, * – p<0,05 – порівняно з зааненською породою кіз.

Масова частка вологи, відносно зааненській породі, була максимальною у англо-нубійській на 1,4 % та мінімальною у альпійській – 14,5 % (p<0,01).

Показник масової частки кухонної солі більшим був у англо-нубійських козематок на 87,5 % (p<0,001) та альпійських – 25,0 %.

Встановлено, що масова частка білка меншою була у зааненських тварин, а у англо-нубійських та альпійських була більшою, відповідно на 4,6 % (p<0,01) та 2,1 % (p<0,05).

Дослідженням масової частки жиру в сухій речовині в осінній період виявили, що мінімальний показник був у зааненців, тоді як у англо-нубійських та альпійських кіз він був максимальним, переважаючи відповідно на 10,8 % (p<0,001) та 9,3 % (p<0,001) (табл. 3).

Таблиця 3

Якість м'якого козиного сиру в осінній період
M±m (n=5)

Показники, %	Породи		
	англо-нубійська	альпійська	зааненська
Масова частка жиру в сухій речовині	50,10±0,86***	49,40±0,75***	45,20±0,37
Масова частка вологи	49,20±0,86	50,60±0,81	50,00±0,84
Масова частка кухонної солі	0,90±0,09	0,80±0,08	0,90±0,10
Масова частка білку	15,80±0,08***	15,70±0,09**	15,20±0,09

Примітки: *** – P<0,001, ** – p<0,01 – порівняно з зааненською породою кіз.

Дослідження масової частки кухонної солі встановили, що максимальним цей показник був у альпійців, що складало 11,1 %.

Виявлено, що відсоток масової частки білку був мінімальним у зааненських кіз, тоді як в англо-нубійських та альпійських даних показник був максимальним, переважаючи відповідно на 3,9 % (p<0,001) та 3,3 % (p<0,01).

Визначення якості зрілого козиного сиру у весняний період, встановило вірогідну різницю за масовою часткою жиру в сухій речовині де, відносно зааненській породи, найбільший показник спостерігався в англо – нубійській на 2,9 % (p<0,05) (табл. 4).

Таблиця 4

Якість зрілого козиного сиру у весняний період
M±m (n=5)

Показники, %	Породи		
	англо-нубійська	альпійська	зааненська
Масова частка жиру в сухій речовині	53,10±0,47*	52,00±0,35	51,60±0,42
Масова частка вологи	13,00±0,84**	9,90±0,14	9,60±0,12
Масова частка кухонної солі	0,70±0,10	0,90±0,07	0,80±0,13
Масова частка білку	52,00±0,28***	51,30±0,19**	49,70±0,41

Примітки: *** – P<0,001, ** – p<0,01, * – p<0,05 – порівняно з зааненською породою кіз.

Досліджено, що масова частка вологи була максимальною у англо-нубійських та альпійських тварин, відповідно на 35,4 % (p<0,01) та 3,1 %. Масова частка кухонної солі, відносно зааненцям, була меншою у англо-нубійців на 12,5 %, а найбільшою у альпійців – 12,5 %.

Встановлено вірогідну різницю між показниками масової частки білку, де найменший показник відмічено у зааненської породи, а у англо-нубійської та альпійської породи вони переважали на 4,6 % (p<0,001) та 3,2 % (p<0,01).

Масова частка жиру в сухій речовині у літній період була мінімальною у зааненців, а у англо-нубійців та альпійців значення були максимальними, відповідно на 6,1% (p<0,001) та 2,5% (p<0,01) (табл. 5).

Таблиця 5

Якість зрілого козиного сиру у літній період
M±m (n=5)

Показники, %	Породи		
	англо-нубійська	альпійська	зааненська
Масова частка жиру в сухій речовині	54,0±0,28***	52,2±0,17**	50,90±0,29
Масова частка вологи	12,90±0,66**	10,3±0,17	10,50±0,13
Масова частка кухонної солі	0,4±0,07	0,6±0,09	0,5±0,07
Масова частка білку	52,10±0,03***	51,80±0,22***	49,90±0,37

Примітки: *** – P<0,001, ** – p<0,01 – порівняно з зааненською породою кіз.

Встановлено, що масова частка вологи, відносно зааненським тваринам, найбільша була у

англо-нубійських на 22,8 % ($p < 0,01$) та найменша у альпійців – 1,9 %.

Вищий показник масової частки кухонної солі, порівняно зааненцям, був відмічений у альпійців на 20,0 %, а менший у англо-нубійців – 20,0 %.

Масова частка білку була найменша у зааненських кіз, найбільша у англо-нубійських та альпійських, відповідно де міжпорідна різниця склала 4,4 % ($p < 0,001$) та 3,8 % ($p < 0,001$).

Встановлено, що масова частка жиру в сухій речовині в осінній період мінімальною була у зааненців, а у англо-нубійців та альпійців цей показник був вищим, відповідно на 6,7 % ($p < 0,001$) та 2,6 % ($p < 0,01$) (табл. 6).

Таблиця 6

Якість зрілого козиного сиру у осінній період
M±m (n=5)

Показники, %	Породи		
	англо-нубійська	альпійська	зааненська
Масова частка жиру в сухій речовині	57,4±0,28***	55,2±0,20**	53,8±0,30
Масова частка вологи	10,9±0,11***	9,4±0,16*	10,0±0,11
Масова частка кухонної солі	0,5±0,05	0,6±0,07	0,6±0,07
Масова частка білку	55,30±0,14***	54,30±0,18***	52,50±0,20

Примітки: *** – $P < 0,001$, ** – $p < 0,01$, * – $p < 0,05$ – порівняно з зааненською породою кіз.

Масова частка вологи у козиному сирі, порівняно зааненських козематок, більша була у англо-нубійських на 9,0 % ($p < 0,001$) та менша у альпійських – 6,0 % ($p < 0,05$).

Встановлено, що масова частка кухонної солі у альпійців та зааненців була сталою, а у англо-нубійців була найменшою на 16,6 %.

Масова частка білку в даному продукті була мінімальною у зааненських кіз, а у англо-нубійців та альпійців цей показник максимальним, та переважав відповідно на 5,3 % ($p < 0,001$) та 3,4 % ($p < 0,001$).

Встановлений якісний склад сиру, очевидно обумовлюються міжпорідною різницею яка прослідковується обумовлена особливостями лактації і фізико-хімічними показниками у кіз різних порід про які відмічають Fresno et al., 2020 [1], Coppa et al., 2011 [5], Ministério da Agricultura et al., 2001 [7].

Про окремі особливості процесу дозрівання більш зрілих сирів залежно у різних генотипів кіз співвідносяться із результатами досліджень Fresno et al., 2020 [1], Argudín et al., 2017 [4], Ministério da Agricultura et al., 1996 [6], Gunasekaran et al., 2002 [12].

Виявлений істотний вплив на якісні показники сиру залежно від пори року, очевидно обумовлюються різними умовами годівлі і утримання кіз, які мають різні адаптаційні властивості підтверджується дослідженнями таких авторів Ministério da Agricultura et al., 2003 [3], Zeng et al., 2007 [21], Ministério da Agricultura Pecuaría e Abastecimento 2006 [9].

Висновки

1. Встановлено, що фізико-хімічні показники м'якого та зрілого козиного сиру є неоднаковими та залежать від породи і пори року. Так, при вивченні м'якого сиру у різні пори року мінімальний показник масової частки жиру в сухій речовині в цьому продукті був у зааненських кіз, а у англо-нубійських був максимальним, де максимальна різниця становила 9,4 % ($p < 0,01$) (весна) і 10,8 % ($p < 0,001$) (осінь). При цьому м'який сир від кіз альпійської породи характеризувався вірогідно меншою насиченістю вологою відносно інших досліджуваних порід.

2. Визначення якості зрілого козиного сиру у весняний період, встановило вірогідну різницю за масовою часткою жиру і білку в сухій речовині де мінімальний показник спостерігався в зааненської породи, який вірогідно менший порівняно англо-нубійською і альпійською породами. За масовою часткою вологи спостерігається зворотна закономірність перерозподілу показників у даних порід кіз.

3. Для виготовлення м'якого та зрілого козиного сиру найбільш придатні для сироваріння кози англо-нубійської та альпійської порід. Найбільш біологічно повноцінні м'які сири виготовляються у весняний і осінній періоди року, а зрілі сири – літній та осінній.

Конфлікт інтересів

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

References

- Fresno, M., Torres, A., Capote, J., & Álvarez, S. (2020). Effect of breed on physicochemical and sensory characteristics of fresh, semihard and hard goat's milk cheeses. *Journal of Applied Animal Research*, 48 (1), 425–433. <https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1815751>
- Ardic, M., Kav, K., Guner, A., & Dogruer, Y. (2004). Effectsof pasteurization and various scalding temperatures on the quality of Urfacheese. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 20 (1), 61–69.
- Ardic, M., Kav, K., Guner, A., & Dogruer, Y. (2007). Identification of enterobacteriaceae in Urfa cheese. *Acta Alimentaria*, 36 (4), 483–488. <https://doi.org/10.1556/aalim.2007.0002>
- Argudin, M., Deplano, A., Meghraoui, A., Dodémont, M., Heinrichs, A., Denis, O., Nonhoff, C., & Roisin, S. (2017). Bacteria from animals as a pool of antimicrobial resistance genes. *Antibiotics*, 6 (2), 12. <https://doi.org/10.3390/antibiotics6020012>
- Coppa, M., Verdier-Metz, I., Ferlay, A., Pradel, P., Didiene, R., Farruggia, A., Montel, M. C., & Martin, B. (2011). Effect of different grazing systems on upland pastures compared with hay diet on cheese sensory properties evaluated at different ripening times. *International Dairy Journal*, 21 (10), 815–822. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.04.006>
- Ministério da Agricultura, & Pecuaría e Abastecimento. (1996). Portaria nº 146 de 07 de março de 1996. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. *Acessar o Diário Oficial da União, Brasília*.
- Ministério da Agricultura, & Pecuaría e Abastecimento. (2001). RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Acessar o Diário Oficial da União, Brasília*.
- Ministério da Agricultura, & Pecuaría e Abastecimento. (2003). Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. Métodos Oficiais para Análise Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. *Acessar o Diário Oficial da União, Brasília*.

9. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. (2006). Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006. Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para controle de Leite e Produtos Lácteos. *Acessar o Diário Oficial da União, Brasília*.
10. Buriti, F. C. A., Okazaki, T. Y., Alegro, J. H. A., & Saad, S. M. I. (2007). Effect of a probiotic mixed culture on texture profile and sensory performance of Minas fresh cheese in comparison with the traditional products. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 57 (2), 179–185.
11. Gomes, V., Della Libera, A. M. M. P., Madureira, K. M., & Araújo, W. P. de. (2004). Influência do estágio de lactação na composição do leite de cabras (*Capra hircus*). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 41 (5). <https://doi.org/10.1590/s1413-95962004000500008>
12. Gunasekaran, S., & Ak, M. M. (2002). *Cheese Rheology and Texture*. <https://doi.org/10.1201/9781420031942>
13. Konteles, S., Sinanoglou, V. J., Batrinou, A., & Sfimos, K. (2009). Effects of γ -irradiation on *Listeria monocytogenes* population, colour, texture and sensory properties of Feta cheese during cold storage. *Food Microbiology*, 26 (2), 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2008.10.006>
14. Lucas, A., Coulon, J. B., Agabriel, C., Chilliard, Y., & Rock, E. (2008). Relationships between the conditions of goat's milk production and the contents of some components of nutritional interest in Rocamadour cheese. *Small Ruminant Research*, 74 (1–3), 91–106. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.04.001>
15. Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., & Le Frileux, Y. (2007). Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68 (1–2), 20–34. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.019>
16. Pizzillo, M., Claps, S., Cifuni, G. F., Fedele, V., & Rubino, R. (2005). Effect of goat breed on the sensory, chemical and nutritional characteristics of ricotta cheese. *Livestock Production Science*, 94 (1–2), 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.024>
17. 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>
18. Soryal, K. A., Zeng, S. S., Min, B. R., Hart, S. P., & Beyene, F. A. (2004). Effect of feeding systems on composition of goat milk and yield of Domiati cheese. *Small Ruminant Research*, 54 (1–2), 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.10.010>
19. Soryal, K., Beyene, F. A., Zeng, S., Bah, B., & Tesfai, K. (2005). Effect of goat breed and milk composition on yield, sensory quality, fatty acid concentration of soft cheese during lactation. *Small Ruminant Research*, 58 (3), 275–281. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.11.003>
20. Stone, H., & Sidel, J. L. (1993). *Sensory Evaluation Practices*. New York: Academic Press.
21. Zeng, S. S., Soryal, K., Fekadu, B., Bah, B., & Popham, T. (2007). Predictive formulae for goat cheese yield based on milk composition. *Small Ruminant Research*, 69 (1–3), 180–186. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.01.007>

ORCID

Y. Karban 

<https://orcid.org/0000-0003-3384-9927>



© 2024 Karban Y. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Hypotrophy of puppies against the background of developmental defects

N. Dmytrenko | N. Kanivets | S. Kravchenko | L. Karysheva | A. Perviy

Article info

Correspondence Author

N. Kanivets

E-mail:

natalia.kanivets@pdaa.edu.ua

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

Citation: Dmytrenko, N., Kanivets, N., Kravchenko, S., Karysheva, L., & Perviy, A. (2024). Hypotrophy of puppies against the background of developmental defects. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 43–49. doi: 10.31210/spi2024.27.03.07

The concept of hypotrophy describes a disorder of development and growth of newborn animals and can be caused by improper conditions of the future breed during its life and during pregnancy, improper breeding work, the influence of teratogenic factors, and among domestic dogs, most often due to nutritional disorders of fetuses in the antenatal and puppies in the postnatal periods. This pathology is characterised by morphological and functional immaturity of the organs and systems of the newborn animal and is clinically manifested by its low resistance to exogenous factors: colostrum load, environmental conditions, opportunistic and pathogenic microflora. It was noted that the development of postnatal hypotrophy is facilitated by congenital malformations of puppies. In dogs of brachycephalic breeds, the most common intrauterine developmental defects include cleft palate and hydrocephalus (90 % and 40% of fatalities among newborn puppies, respectively). The specialised literature contains general information on the correlation of hypotrophic processes in puppies with developmental defects, but there are few publications on breed specifics. The aim of the study was to describe some anatomical and physiological parameters of pug and French bulldog puppies with hypotrophy against the background of hydrocephalus and cleft palate. It has been established that in the Lakomy Kusochek and Luizental dog kennels in 2016–2024, the mortality rate of newborn pug puppies was 10 %, of French bulldog puppies – 14 %, and cleft palate was observed in 22 % of the dead puppies. Clinically, hypotrophy in newborn puppies is manifested by low mobility and low growth rate. It was determined that the Apgar score in pug puppies among hypotrophic puppies was 1.5 times lower on average ($p < 0.001$) and 1.3 times lower in French bulldog puppies ($p < 0.001$). The growth coefficient was three times lower among pugs ($p < 0.01$) and 2.9 times lower among French bulldogs ($p < 0.001$). Body weight at birth among hypotrophics of both breeds was lower by 17.8 and 19.8 %, respectively ($p < 0.001$), and later the ratio of body weight of normal puppies to hypotrophic puppies also significantly decreased: on the first day - by 34.9 and 24.8 % ($p < 0.001$), on the second - by 40 and 34.3 % ($p < 0.001$), on the third - by 45.5 and 43.6 % ($p < 0.001$), on the fourth - by 48 and 51.2 % ($p < 0.001$), for the fifth - by 50.9 and 58.3 % ($p < 0.001$), for the seventh - by 56.6 and 68.4 % ($p < 0.001$), for the ninth - by 63.4 and 74.7 % ($p < 0.001$), for the 12th - for pug puppies by 71.1 % ($p < 0.001$). The data obtained prove that congenital malformations (cleft palate and hydrocephalus) significantly contribute to the development of postnatal hypotrophy in pug and French bulldog puppies.

Keywords: dog, cleft palate, hydrocephalus, body weight, newborn animal.

Гіпотрофія цуценят на тлі вад розвитку

Н. І. Дмитренко | Н. С. Канівець | С. О. Кравченко | Л. П. Каришева | А. О. Первий

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Поняття гіпотрофія характеризує порушення розвитку та росту новонароджених тварин та може бути зумовлене порушенням умов утримання майбутньої породи у процесі її життя та під час вагітності, неправильною племінною роботою, впливом тератогенних чинників, а серед свійських собак, найчастіше, через розлади живлення плодів у антенатальний та цуценят у постнатальний періоди. Вказана патологія характеризується морфофункціональною незрілістю органів та систем новонародженої тварини і клінічно проявляється низькою її резистентністю до екзогенних чинників: молозивного навантаження, умов навколишнього середовища, умовно-патогенної та патогенної мікрофлори. Відмічено, що розвитку постнатальної гіпотрофії сприяють вроджені вади цуценят. У собак брахіцефальних порід до найбільш поширених вад внутрішньоутробного розвитку відносять розщеплення піднебіння та гідроцефалію (90 % та 40 % летальних випадків серед новонароджених цуценят, відповідно). У спеціальній літературі присутні загальні відомості щодо кореляції гіпотрофічних процесів у цуценят з вадами розвитку, проте публікації щодо порідних особливостей недостатньо. Метою дослідження було описати окремі анатомо-фізіологічні показники цуценят порід мопс та французький бульдог за гіпотрофії на тлі розвитку гідроцефалії та розщепленого піднебіння. Встановлено, що в умовах розплідників собак Lakomy Kusochek та Luizental впродовж 2016–2024 років смертність новонароджених цуценят породи мопс становила 10 %, цуценят породи французький бульдог – 14 %, а розщеплення піднебіння спостерігали у 22 % загиблих цуценят. Клінічно гіпотрофія у новонароджених цуценят проявляється низькою рухливістю та низьким коефіцієнтом росту. Визначено, показник Апгар у цуценят породи мопс серед гіпотрофіків був нижчим в середньому у 1,5 рази ($p < 0.001$) і у 1,3 рази у цуценят породи французький бульдог ($p < 0.001$). Коефіцієнт росту був утричі нижчим серед мопсів ($p < 0.01$) та французів у 2,9 рази ($p < 0.001$). Маса тіла при народженні серед гіпотрофіків обох порід була меншою на 17,8 та 19,8 %, відповідно ($p < 0.001$), у подальшому відношення маси тіла нормальних цуценят до цуценят гіпотрофіків також вірогідно зменшувалось: на першу добу – на 34,9 та 24,8 % ($p < 0.001$), на другу – на 40 та 34,3 % ($p < 0.001$), на третю – на 45,5 та 43,6 % ($p < 0.001$), на четверту – на 48 та 51,2 % ($p < 0.001$), на п'яту – на 50,9 та 58,3 % ($p < 0.001$), на сьому – на 56,6 та 68,4 % ($p < 0.001$), на дев'яту – на 63,4 та 74,7 % ($p < 0.001$), на 12-ту – у цуценят породи мопс на 71,1 % ($p < 0.001$). Отримані дані доводять, що вроджені вади розвитку (розщеплення піднебіння та гідроцефалія) достовірно сприяють розвитку постнатальної гіпотрофії у цуценят породи мопс та французький бульдог.

Ключові слова: собака, розщеплення піднебіння, гідроцефалія, маса тіла, новонароджена тварина.

Бібліографічний опис для цитування: Дмитренко Н. І., Канівець Н. С., Кравченко С. О., Каришева Л. П., Первий А. О. Гіпотрофія цуценят на тлі вад розвитку. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 43–49.

Вступ

Поняття гіпотрофії обумовлює порушення росту й розвитку новонароджених тварин, що зумовлене розладом їх живлення у пренатальний та постнатальний періоди життя [1]. Антенатальна/пренатальна гіпотрофія є синдромом внутрішньо-утробної патології плода, характеризується морфофункціональною незрілістю і в неонатальний період проявляється зниженою стійкістю новонародженої тварини до умов навколишнього середовища, інфекцій та молозивного навантаження [2].

У собак, в окремих випадках, поряд із нормально розвиненими цуценятами, народжуються і гіпотрофіки, що не залежить від умов та годівлі сук, а пояснюється індивідуальним розладом трофіки плода, генетичними (інбридинг), або тератогенними факторами під час вагітності [2]. За гіпотрофії органи і тканини цуценят містять незрілі клітини з недостатньою диференціацією, недорозвинену й ущільнену м'язову тканину, відсутність жирової тканини в жировому депо, збережені ділянки ембріонального кровотворення тощо [3]. Внаслідок зниженої секреторної, моторної та бар'єрної функцій кишечника, за незрілості антитоксичної функції печінки у тварин-гіпотрофіків виникає токсикоз. Водночас, неповноцінна здатність до скорочення серця, знижена вентиляція легень провокують стан гіпоксії, що призводить до загибелі таких тварин впродовж перших годин та діб життя. Неприятливі фактори постнатального періоду призводять до затримки та розвитку молодяку, реєструються порушення протеїнового, вуглеводного, ліпідного, вітамінного й мінерального обмінів [4]. У окремих порід собак досить часто відмічають прояви вад розвитку, зокрема мопс, французький бульдог, англійський бульдог, німецький шпіц, ши-тцу, американський булли, мініатюрний пінчер, йоркширський тер'єр [5, 6].

Вроджені дефекти плода створюють значний показник смертності впродовж неонатального періоду. Частка вроджених вад у собак становить близько 6,7 %, і понад 67 % таких новонароджених тварин гинуть, або піддаються евтаназії [2, 7].

Поширеними вадами розвитку в собак, які провокують гіпотрофію, є розщеплене піднебіння (2,8 %) та гідроцефалія (1,5 %), й призводять до загибелі у 90 і 40 % випадків відповідно [8, 9].

Гідроцефалія у цуценят визначається як розтягнення шлуночків головного мозку. Діагноз ставиться на основі клінічних ознак та візуалізації мозку. Клінічні ознаки проявляються у постнатальний період впродовж перших декількох місяців із різним ступенем прогресування захворювання. Такі тварини мають кулеподібну будову голови, відкрите джерельце, двосторонню вентролатеральну косоокість. Цуценята проявляють аномалії поведінки (кругові рухи, занепокоєння, судоми, зниження зору, сліпота), збудження [8].

Розщеплене піднебіння у цуценят досить поширене серед брахіоцефальних порід і характеризується недостатністю закриття ембріональних структур, що формують первинне і вторинне

піднебіння (палатогенез), включаючи губу та альвеоли зубів [10].

Існують повідомлення, що значна кількість вад розвитку плода залишається непоміченою під час клінічного огляду новонароджених цуценят і можуть викликати загибель, тому необхідно проводити патолого-анатомічний розтин [11].

Мета дослідження

Метою цього дослідження було описати окремі анатомо-фізіологічні показники цуценят порід мопс та французький бульдог за гіпотрофії на тлі розвитку гідроцефалії та розщепленого піднебіння.

Завдання: визначити різницю маси тіла нормальних цуценят порід мопс і французький бульдог та гіпотрофіків за вроджених вад розвитку – розщеплення піднебіння та гідроцефалії.

Матеріали і методи

Дослідження проводилося впродовж 2016–2024 років в умовах розплідників собак Lakomy Kusochek та Luizental. За дослідний період народилося 88 цуценят породи мопс (в ранньому постнатальному періоді загинуло 9 особин, із них двоє з розщепленим піднебінням) та 154 цуценяти породи французький бульдог (22 цуценят загинуло в неонатальному періоді, із них п'ять мали вроджену патологію розщеплене піднебіння). Відразу після народження проводили оцінку стану новонароджених цуценят з метою визначення їхньої життєздатності. Виокремлювали цуценят, показники яких викликали занепокоєння та потребували додаткової уваги власника. Життєздатність цуценят визначали за основними показниками органів і систем, які характеризують готовність до позаутробного існування. Брало до уваги комплекс зовнішніх ознак, таких як пропорції тіла новонародженого, ступінь розвитку підшкірної жирової клітковини, стан кісток черепа та ін. Також звертали увагу на вираженість основних функцій, які забезпечують життєздатність: вираженість смоктального і ковтального рефлексів, ритмічність дихання без сторонніх шумів, стійкість і правильність серцевого ритму та ін.

Для оцінки новонароджених цуценят користувалися шкалою Апгар, яка була розроблена для гуманної медицини, а, з часом, її адаптували для цуценят. При додаванні результатів всіх показників шкали максимально цуценя може набрати 10 балів. Згідно літературних даних, якщо оцінка за шкалою Апгар становить менше 7 балів, то ризик неонатальної смертності, за відсутності відповідної допомоги, зростає у 22 рази. Відповідно, таким цуценятам приділяється максимум уваги і піклування. Також визначали коефіцієнт росту цуценяти, що характеризується різницею маси тіла цуценяти на другу добу життя та при народженні, яка поділена на масу тіла цуценяти при народженні.

Цуценят-гіпотрофіків годували через зонд. Спочатку вимірювали довжину від кінчика морди цуценяти до останнього ребра та робили на цій відстані позначку на зонді. Шприц та зонд

наповнювали молоком. Вводили зонд до позначки обережно, без натиску, аж поки цуценя не починало заковтувати зонд самостійно. Молоко вводили поступово, невеликими порціями, в середньому зі швидкістю 3 мл/хв в дозі 3 мл на 100 грам маси цуценяти.

Аналіз результатів досліджень проводили з використанням програмного забезпечення, зокрема стандартного пакету «Statistica» та Microsoft Excel 2019. Використовували такі показники, як Lim (найменше та найбільше значення у виборці), середнє арифметичне (M), середню похибку середнього значення (m). Результати вважали вірогідними за $p < 0,05$.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Дослідження виконані з дотриманням сучасних вимог, стандартів та методів (вимоги DSTU ISO/IEC 17025:2006 (2006)), Закону України № 27 (2006), Наказу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України № 249 (2012), Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях (1986).

Таблиця 1

Показники розвитку новонароджених цуценят

Показник	Значення	Мопс		Французький бульдог	
		Цуценята з нормальним розвитком (n=71)	Цуценята-гіпотрофіки (n=9)	Цуценята з нормальним розвитком (n=132)	Цуценята-гіпотрофіки (n=22)
Показник Апгар	Lim	8–10	4–8	7–10	5–8
	M±m	9±0,13	6±0,25***	9±0,12	7±0,15***
Коефіцієнт росту, %	Lim	0,1–0,3	-0,2 – -0,1	-4 – -2	-11 – 8
	M±m	0,2±0,02	0,1±0,02***	-3,1±0,06	9,1±0,12***
Маса тіла при народженні, г	Lim	138–205	76–178	182–295	110–250
	M±m	180±2,07	148±5,43***	258±3,18	207±4,42***
Маса тіла через 1 добу після народження, г	Lim	148–240	72–175	200–305	110–243
	M±m	215±3,02	140±6,13***	250±3,26	188±4,32***
Маса тіла через 2 доби після народження, г	Lim	151–274	82–203	224–338	110–244
	M±m	230±3,49	138±6,11***	262±3,59	172±5,04***
Маса тіла через 3 доби після народження, г	Lim	176–308	84–207	252–362	110–237
	M±m	255±4,15	139±7,08***	289±4,23	163±4,23***
Маса тіла через 4 доби після народження, г	Lim	198–322	84–210	296–409	110–214
	M±m	273±4,23	142±7,04***	322±5,08	157±5,42***
Маса тіла через 5 дб після народження, г	Lim	231–345	83–208	320–445	115–194
	M±m	293±4,31	144±8,12***	367±5,91	153±6,06***
Маса тіла через 7 дб після народження, г	Lim	286–372	81–200	367–496	110–176
	M±m	325±4,4	141±6,34***	468±7,21	148±7,09***
Маса тіла через 9 дб після народження, г	Lim	342–404	73–192	409–573	106–158
	M±m	369±5,65	134±7,74***	546±8,23	138±8,06****
Маса тіла через 12 дб після народження, г	Lim	386–480	71–179	532–721	–
	M±m	418±5,91	121±8,25****	661±7,96	–

Примітки: *** $p < 0,001$ – порівняно з цуценятами з нормальним розвитком; ° $p < 0,05$, °°° $p < 0,001$ – порівняно з масою тіла при народженні.

Для собак, маса тіла яких у дорослому віці складає 5–15 кг, недостатньою вагою при народженні можна вважати масу менше 150 г [13]. Цуценята, які мали низьку масу тіла, за породою, були віднесені до групи ризику, оскільки низька маса тварини при

Результати та їх обговорення

За результатами дослідження смертність цуценят породи мопс у період 2016–2024 років склала 10 %, а породи французький бульдог – 14 %. Із усіх загиблих цуценят обох порід видимо вроджену патологію у вигляді розщепленого піднебіння мали 22 % особин. Найбільший відсоток смертності цуценят припадав на, так званий, «критичний період», тобто впродовж перших двох тижнів після народження.

За нормального розвитку новонароджені цуценята активно шукають соски, мають значний приріст маси тіла, сильно штовхаються і звиваються в руках власника. Як свідчить література [11], цуценята, які спокійно лежать на долоні людини, і здаються нерухомими, розвиваються неправильно. Здорові новонароджені цуценята протягом перших трьох тижнів більшу частину часу (до 90 %) сплять, а час, що залишається, витрачають на харчування [12].

Одразу після народження, та впродовж перших двох тижнів, всіх цуценят зважували (*табл. 1*).

народженні часто, може супроводжуватися фізіологічною незрілістю та низькою життєздатністю. Низька маса тіла при народженні є наслідком порушення обміну речовин, вад розвитку, впливу на вагітну суку несприятливих факторів навколишнього

середовища [14]. За літературними даними 81 % таких цуценят гинуть в перші 48 годин після народження, якщо не отримують відповідної допомоги [15].

Одним із інформативних показників життєздатності плода є визначення, через 48 годин від народження, коефіцієнту росту цуценяти. Згідно літературних даних, показник коефіцієнту росту ≤ 4 % підвищує ризик неонатальної смертності у 8 разів [16]. За результатами досліджень, в цуценят з нормальним розвитком щоденно фіксували приріст маси тіла в середньому на 10 % від попередньої доби. Вже на 12-ту добу після народження такі цуценята збільшили масу тіла в 2,3–2,6 рази ($p < 0,001$), що узгоджується з результатами досліджень інших авторів, які повідомляють про збільшення маси тіла цуценят від народження до 15-ї доби життя у понад 2 рази [17].

Водночас, у цуценят-гіпотрофіків з часом реєстрували поступову втрату маси тіла, зокрема, у собак породи мопс, через 12 діб від народження маса тіла зменшилась на 18 % порівняно з першою добою ($p < 0,05$), а у породи французький бульдог на 9 добу на 33 %.



Рис. 2. Загальний вигляд цуценят породи французький бульдог в період росту
(А – на 1-шу добу, Б – на 5-ту добу, В – на 9-ту добу від народження)

З анатомічних причин цуценята з розщепленим піднебінням не спроможні смоктати молоко з молочних залоз самостійно, а процес годування з пляшечки значно ускладнений, або взагалі неможливий, тому таких тварин годували за допомогою зонда для живлення немовлят (**рис. 3**).



Рис. 3. Годування цуценяти через зонд

За клінічного моніторингу цуценята породи французький бульдог з вродженою патологією розщеплення піднебіння (**рис. 1**) на першу добу життя візуально не відрізнялись від цуценят нормального розвитку.

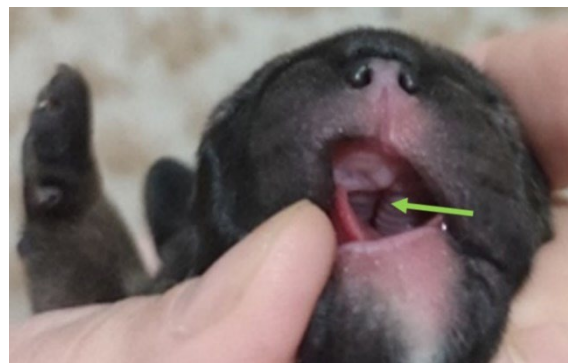


Рис. 1. Розщеплене піднебіння у новонародженого цуценяти породи французький бульдог

Однак, починаючи з п'ятої доби, тварини з вадою розвитку (розщеплене піднебіння) мали виражене відставання в рості (**рис. 2**).

На жаль, незважаючи на всі вжиті заходи допомоги, цуценята, які мали ваду розщеплення піднебіння, гинули в період від 5 до 12-ї доби від народження. В літературі зазначається, що неонатальні випадки розщепленого піднебіння найчастіше реєструються у брахіоцефальних порід [18, 19]. У таких цуценят є проблеми з харчуванням та слухом, внаслідок черепно-щелепно-лицевої аномалії, яка провокує інфекцію середнього вуха, дихальних шляхів (носоглотки, аспіраційну пневмонію), що викликає загибель [20, 21].

Під час проведення патолого-анатомічного розтину трупів цуценят породи французький бульдог з вадою розщепленого піднебіння, виявляли незгорнуту кров в судинах та порожнинах тіла, крововиливи в паренхіматозних органах, гіперемію судин головного мозку (**рис. 4, 5**).

За клінічного моніторингу цуценят породи мопс відмічали тварин-гіпотрофіків, у яких реєстрували гідроцефалію. Такі тварини, зазвичай, відставали в рості, порівняно з іншими цуценятами того ж виводку (**рис. 6**).



А



Б

Рис. 4. Головний мозок цуценяти породи французький бульдог з вадою розщепленого піднебіння
(А – крововиливи під черепну коробку Б – кровонаповнення судин головного мозку)



А



Б



В

Рис. 5. Зміни у внутрішніх органах цуценяти породи французький бульдог з вадою розщеплення піднебіння
(А – катаральне запалення та крапкові крововиливи в слизову оболонку кишечника, Б – вроджена вада розвитку та крововиливи в нирці, В – геморагічний набряк легень)

За даним Schmidt. M. зі співавторами (2019) цуценята, уражені гідроцефалією, після народження не відрізняються від інших плодів виводку, однак швидко гинуть, що зумовлено прогресуючою слабкістю на тлі гострої недостатності мозку. Наведені у цій статті дані узгоджуються із повідомленнями про порушення внутрішньо-

утробного розвитку, що сприяє загибелі нейронів мозку під тиском гідроцефалії і має несприятливий прогноз, оскільки тривала вентрикуломегалія під час внутрішньоутробного розвитку провокує ушкодження та загибель нейронів, які відповідають за метаболізм і кровообіг [22].



А



Б

Рис. 6. Цуценята породи мопс, вік 20 діб

(А – цуценя з гідроцефалією, Б – відставання в розвитку цуценяти з гідроцефалією)

На жаль, цуценята з гідроцефалією виявились не життєздатними, тому було застосовано евтаназію. За патолого-анатомічного розтину трупа цуценяти, віком 21 доба, реєстрували значне накопичення

рідини під твердою мозковою оболонкою та в шлуночках мозку, що підтвердило діагноз гідроцефалія (рис. 7).



А



Б

Рис. 7. Загальний вигляд мозку цуценяти породи мопс за гідроцефалії

(А – накопичення рідини під твердою оболонкою мозку, Б – надмірна кількість рідини в шлуночках мозку)

Таким чином, власні результати й результати інших дослідників сприяють ґрунтовному розумінню

життєздатності цуценят з вадами розвитку, та можуть бути застосовані у ветеринарній репродуктології.

Висновки

1. Гідроцефалія та розщеплення піднебіння у новонароджених цуценят породи мопс та французький бульдог спричиняють розвиток постнатальної гіпотрофії.

2. Клінічно антенатальна гіпотрофія у цуценят породи мопс та французький бульдог характеризується меншою масою тіла цуценят при народженні на 17,8 та 19,8 %, постнатальна – прогресуючою втратою ваги.

3. Патологоанатомічно розвиток гіпотрофії у цуценят породи мопс та французький бульдог характеризується геморагічними змінами внутрішніх органів та гіперемією судин головного мозку.

Конфлікт інтересів

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

References

- Pereira, K. H. N. P., Fuchs, K. da M., Corrêa, J. V., Chiacchio, S. B., & Lourenço, M. L. G. (2022). Neonatology: topics on puppies and kittens neonatal management to improve neonatal outcome. *Animals*, 12 (23), 3426. <https://doi.org/10.3390/ani12233426>
- Nobre Pacifico Pereira, K. H., Cruz dos Santos Correia, L. E., Ritir Oliveira, E. L., Bernardo, R. B., Nagib Jorge, M. L., Mezzena Gobato, M. L., Ferreira de Souza, F., Rocha, N. S., Chiacchio, S. B., & Gomes Lourenço, M. L. (2019). Incidence of congenital malformations and impact on the mortality of neonatal canines. *Theriogenology*, 140, 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.07.027>
- Chastant-Maillard, S., Guillemot, C., Feugier, A., Mariani, C., Grellet, A., & Mila, H. (2016). Reproductive performance and pre-weaning mortality: Preliminary analysis of 27,221 purebred female dogs and 204,537 puppies in France. *Reproduction in Domestic Animals*, 52 (S2), 158–162. <https://doi.org/10.1111/rda.12845>
- Mugnier, A., Chastant-Maillard, S., Mila, H., Lyazrhi, F., Guiraud, F., Adib-Lesaux, A., Gaillard, V., Saegerman, C., & Grellet, A. (2020). Low and very low birth weight in puppies: definitions, risk factors and survival in a large-scale population. *BMC Veterinary Research*, 16 (1). <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02577-z>
- Tonnessen, R., Borge, K. S., Nødtvedt, A., & Indrebø, A. (2012). Canine perinatal mortality: A cohort study of 224 breeds. *Theriogenology*, 77 (9), 1788–1801. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.12.023>
- Estey, C. M. (2016). Congenital hydrocephalus. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 46 (2), 217–229. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.10.003>
- Uchańska, O., Ochota, M., Eberhardt, M., & Nizański, W. (2022). Dead or alive? A review of perinatal factors that determine canine neonatal viability. *Animals*, 12 (11), 1402. <https://doi.org/10.3390/ani12111402>
- Roman, N., Carney, P. C., Fiani, N., & Peralta, S. (2019). Incidence patterns of orofacial clefts in purebred dogs. *PLOS ONE*, 14 (11), e0224574. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224574>
- Wolf, Z. T., Leslie, E. J., Arzi, B., Jayashankar, K., Karmi, N., Jia, Z., Rowland, D. J., Young, A., Safra, N., Slišković, S., Murray, J. C., Wade, C. M., & Bannasch, D. L. (2014). A LINE-1 Insertion in DLX6 is responsible for cleft palate and mandibular abnormalities in a canine model of Pierre Robin sequence. *PLoS Genetics*, 10 (4), e1004257. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1004257>
- Przyborowska, P., Adamiak, Z., Jaskolska, M., & Zhalniarovich, Y. (2013). Hydrocephalus in dogs: a review. *Veterinárni Medicina*, 58 (2), 73–80. <https://doi.org/10.17221/6698-vetmed>
- Lourenço, M. L. G. (2015). Cuidados com neonatos e filhotes. *Tratado de medicina interna de cães e gatos*. Rio de Janeiro: Roca.
- Alves, I. (2020). A model of puppy growth during the first three weeks. *Veterinary Medicine and Science*, 6 (4), 946–957. <https://doi.org/10.1002/vms3.322>
- Mugnier, A., Mila, H., Guiraud, F., Brévaux, J., Lecarpentier, M., Martinez, C., Mariani, C., Adib-Lesaux, A., Chastant-Maillard, S., Saegerman, C., & Grellet, A. (2019). Birth weight as a risk factor for neonatal mortality: Breed-specific approach to identify at-risk puppies. *Preventive Veterinary Medicine*, 171, 104746. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104746>
- Mugnier, A., Chastant-Maillard, S., Mila, H., Lyazrhi, F., Guiraud, F., Adib-Lesaux, A., Gaillard, V., Saegerman, C., & Grellet, A. (2020). Low and very low birth weight in puppies: definitions, risk factors and survival in a large-scale population. *BMC Veterinary Research*, 16 (1). <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02577-z>
- Mugnier, A., Gaillard, V., & Chastant, S. (2023). Relative impact of birth weight and early growth on neonatal mortality in puppies. *Animals*, 13 (12), 1928. <https://doi.org/10.3390/ani13121928>
- Mila, H., Grellet, A., Feugier, A., & Chastant-Maillard, S. (2015). Differential impact of birth weight and early growth on neonatal mortality in puppies. *Journal of Animal Science*, 93 (9), 4436–4442. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-8971>
- Bula, L. V., & Levchenko, I. V. (2017). Kontrol rozvytku mladnyaku sobak ryznykh porid u pidsysnyy period, *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya: Tvarynnytstvo*, 7, 35–39. [in Ukrainian]
- Agerholm, J. S., Hewicker-Trautwein, M., Peperkamp, K., & Windsor, P. A. (2015). Virus-induced congenital malformations in cattle. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57 (1). <https://doi.org/10.1186/s13028-015-0145-8>
- Estevam, M. V., Beretta, S., Smargiassi, N. F., Apparício, M., Toniollo, G. H., & Pereira, G. T. (2022). Congenital malformations in brachycephalic dogs: A retrospective study. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.981923>
- Cerda-Gonzalez, S., Bibi, K. F., Gifford, A. T., Mudrak, E. L., & Scrivani, P. V. (2016). Magnetic resonance imaging-based measures of atlas position: Relationship to canine atlantooccipital overlapping, syringomyelia and clinical signs. *The Veterinary Journal*, 209, 133–138. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2016.01.008>
- Ruszkowski, J. J., Nowacka-Woszuł, J., Nowak, T., Rozynek, J., Serwanska-Leja, K., Gogulski, M., Kolodziejcki, P., Switonski, M., Zdun, M., & Szczerbal, I. (2023). Cleft lip and palate in four full-sib puppies from a single litter of staffordshire bull terrier dogs: an anatomical and genetic study. *Animals*, 13 (17), 2749. <https://doi.org/10.3390/ani13172749>
- Schmidt, M., & Ondreka, N. (2019). Hydrocephalus in animals. *Pediatric Hydrocephalus*, 53–95. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27250-4_36

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>
A. Perviy  <https://orcid.org/0009-0002-4047-9450>



2024 Dmytrenko N. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Determination of heavy metals in freshly caught fish from the Dnipro River (Ukraine)

O. Kruchynenko  | S. Mykhailiutenko | O. Klymenko | S. Kravchenko

Article info

Citation: Kruchynenko, O., Mykhailiutenko, S., Klymenko, O., & Kravchenko, S. (2024). Determination of heavy metals in freshly caught fish from the Dnipro River (Ukraine). *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 50–54. doi: 10.31210/spi2024.27.03.08

Correspondence Author

O. Kruchynenko

E-mail:

oleg.kruchynenko@pdaa.edu.ua

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody Str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

Heavy metals are common micropollutants and are considered a problem worldwide. Most heavy metals are found in wastewater from factories and farms, which are usually discharged into lakes and rivers. Fish is a staple food in many regions of the world. At the same time, fish can accumulate more heavy metals in their gills, kidneys, liver, intestines and muscles than in water. In Ukraine, insufficient attention is paid to the study of the content of chemical elements in fish, in particular in muscles. Therefore, the purpose of the study was to determine the content of heavy metals in the dorsal muscles of the fish *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758). Based on the results of the research, the concentration of heavy metals (Pb, Cd, Cu, As, Zn, Hg) in the muscles of freshly caught fish from the Dnipro River in the Poltava Region was determined. The research was carried out by the method of atomic absorption spectrometry on the basis of the Regional State Laboratory of Veterinary Medicine in the Poltava region. Mann-Whitney test was used for pairwise comparison of results. Differences between indicators in groups were considered significant at $P < 0.05$. Fish samples ($n=5$) caught from the Dnipro River were taken in two markets of the city of Poltava in the spring. The samples were immediately cooled, transported to the laboratory and stored at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ until further analysis. The average concentrations of individual toxic elements in the muscles of crucian carp were determined. It was found that the lead content in the samples from the Central Market was 0.2 ± 0.01 , and from the "Brailky" Market was $0.3\pm 0.01\text{ mg/kg}$ ($P < 0.01$). In the course of research, it was found that the concentration of cadmium in the muscles of fish purchased at the "Brailky" Market was probably higher (0.06 ± 0.01) than in the CM $0.04\pm 0.01\text{ mg/kg}$ ($P < 0.01$). The level of Cu, Zn, As and Hg in the dorsal muscles of freshly caught fish from the two locations was not statistically significant. In our research, the ranking series according to the level of heavy metals is presented as follows: $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{As} > \text{Hg} > \text{Cd}$. The studied samples of fish entering the Central Market and the "Brailky" Market of Poltava were safe in terms of the content of heavy metals, since no sample exceeded the maximum permissible concentration level.

Keywords: *Carassius carassius*, toxic elements, content, muscles.

Визначення важких металів у свіжовиловленій рибі з річки Дніпро (Україна)

O. В. Кручиненко | С. М. Михайлютенко | О. С. Клименко | С. О. Кравченко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Важкі метали є поширеними мікрозабруднювачами і вважаються проблемою в усьому світі. Більшість важких металів міститься у стічних водах заводів і ферм, які зазвичай скидаються в озера та річки. Риба є основним продуктом харчування у багатьох регіонах світу. Водночас, у своїх зябрах, нирках, печінці, кишечнику та м'язах риби можуть накопичувати більше важких металів, ніж у воді. На теренах України недостатньо уваги приділено вивченню вмісту хімічних елементів у рибі, зокрема у м'язах. Тому метою дослідження було визначити вміст важких металів у спинних м'язах риби *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758). За результатами проведених досліджень визначено концентрацію важких металів (Pb, Cd, Cu, As, Zn, Hg) у м'язах свіжовиловленої риби з річки Дніпро у Полтавській області. Дослідження проведено методом атомно-абсорбційної спектрометрії на базі Регіональної державної лабораторії ветеринарної медицини в Полтавській області. Для попарного порівняння результатів використовували критерій Манна-Вітні. Значущими вважались відмінності між показниками у групах за $P < 0,05$. На двох ринках міста Полтава у весняний період були відібрані зразки риби ($n=5$), виловленої з річки Дніпро. Зразки негайно охолоджували, транспортували у лабораторію та до подальшого аналізу зберігали за $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Встановлено середні показники концентрації окремих токсичних елементів у м'язах карасів. Виявлено, що вміст свинцю у пробах із Центрального ринку становив $0,2\pm 0,01$, а з Ринку «Браїлки» $0,3\pm 0,01\text{ мг/кг}$ ($P < 0,01$). У ході досліджень з'ясовано, що концентрація кадмію у м'язах риби, придбаної на Ринку «Браїлки», була вірогідно вищою ($0,06\pm 0,01$), ніж на ЦР $0,04\pm 0,01\text{ мг/кг}$ ($P < 0,01$). Рівень Cu, Zn, As та Hg у спинних м'язах свіжовиловленої риби з двох локацій не був статистично значущим. У наших дослідженнях ранжувальний ряд за рівнем важких металів поданий таким чином: $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{As} > \text{Hg} > \text{Cd}$. Досліджені проби риби, що надходили на Центральний ринок та ринок «Браїлки» міста Полтави, були безпечними щодо вмісту важких металів, оскільки не зафіксовано у жодній пробі перевищення рівня гранично допустимої концентрації.

Ключові слова: *Carassius carassius*, токсичні елементи, вміст, м'язи.

Бібліографічний опис для цитування: Кручиненко О. В., Михайлютенко С. М., Клименко О. С., Кравченко С. О. Визначення важких металів у свіжовиловленій рибі з річки Дніпро (Україна). *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 50–54.

Вступ

Будь-яка форма життя потребує води, і лише 3 % запасів води на землі надходить із ресурсів прісної води, тоді як 97 % надходить із морів і океанів. Льодовики та криговий покрив на полюсах містять близько 68,7 % прісної води на землі, потім йдуть підземні води з показником 30,1 %, підземні та поверхневі води мають 0,9 та 0,3 % відповідно [13]. Відомо, що запаси прісної води обмежені, але якість води завжди викликає сумніви відповідно до «Глобальної оцінки та оцінки санітарії». Роль води в підтримці екологічної рівноваги дуже важлива. Крім того, це дуже важлива частина біосфери, оскільки вона відповідає за більшість усіх живих організмів на нашій планеті [19].

Швидка урбанізація й індустріалізація мали далекосяжні наслідки для людського суспільства. Ця зміна має такі шкідливі наслідки, як викид поллютантів у навколишнє середовище. На сьогодні важкі метали є поширеними мікробруднювачами і вважаються проблемою в усьому світі. Більшість важких металів міститься у стічних водах заводів і ферм, які зазвичай скидаються в озера та річки [1, 12, 16].

Важкі метали класифікують, як стійкі забруднювачі. Вони не можуть розкладатися мікроорганізмами. Забруднюючі речовини з опадів потрапляють у воду, їжу та середовища проживання організмів. Проникають у різні середовища навколишнього середовища, включаючи як прісну, так і морську воду. Метали із забрудненої води поглинають багато водних хребетних тварин. Відомо, що риба є основним продуктом харчування в різних регіонах світу [4, 18]. Доведено, що у своїх зябрах, нирках, печінці, кишечнику та м'язах можуть накопичувати більше хімічних елементів, ніж у воді [5]. Токсичність важких металів негативно впливає на ріст, розмноження та фізіологію риб, що загрожує сталому розвитку сектору аквакультури [11].

Вміст важких металів у регіонах центрального та східного Північного Китаю був на середньому рівні порівняно з іншими дослідженими регіонами країни. Всі важкі метали, особливо Zn, Cr і Cu, що містилися у воді, накопичувалися в рибі. Концентрації токсичних елементів були подібні у всіх видів риб. Разом з тим показники окремих металів (Zn, Cu, Mn, Ni) у карася значно вищі, ніж в інших видів риби. Порівнюючи дику та вирощену рибу, встановлено, що середні концентрації кожного важкого металу у диких карася, товстолоба, амура були вищими, ніж у вирощуваної людиною риби [22].

Дослідники визначали концентрацію поллютантів і токсичність у деяких видах прісноводних риб, зібраних з річки Тигр у Багдаді. У висновках зазначили, що концентрації важких металів у виловленій рибі перевищували допустимі рівні. Результати даного дослідження показали високі рівні кадмію та хрому в тканинах риби, що унеможливило їх споживання людиною. Cd і Cr перевищували допустимі концентрації, визначені Всесвітньою організацією охорони здоров'я та Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН для важких металів у рибі [17].

На думку авторів, з метою забезпечення виробництва безпечної риби, підвищення їх конкурентоспроможності на міжнародному ринку та довіри споживачів на внутрішньому ринку, найбільш доцільним є впровадження міжнародних стандартів, включаючи харчове законодавство ЄС, ефективної системи НАССР, а також процедур виходу продукції на зовнішні ринки відповідно до міжнародних норм [14].

Мета дослідження

Метою дослідження було визначити вміст важких металів у спинних м'язах риби *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758).

Матеріали і методи

Дослідження проводили на базі Регіональної державної лабораторії ветеринарної медицини в Полтавській області. На двох агропродовольчих ринках міста Полтава у весняний період відібрали зразки риби (n=5), яка була виловлена із річки Дніпро. Зразки негайно охолодили. Транспортували у лабораторію та до подальшого аналізу зберігали за температури -20 °C. Вміст міді, цинку, кадмію та свинцю визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії з атомізацією у полум'ї атомно-абсорбційного спектрофотометра Varian AA 240-FS (ДСТУ 7670:2014) [9]. Рівень миш'яку визначали за допомогою спектрофотометра Cary 50 та фотоелектроколориметра КФК-2 (ГОСТ 26930-86). Концентрацію ртуті визначали за допомогою аналізатора ртуті DMA-80 (EPA Method 7473 «Mercury in solids and solutions by thermal decomposition amalgamation, and atomic absorption spectrophotometry» & ISO 11212-2:1997(E) Part 2 «Determination of mercury content by atomic absorption spectrometry») [10]. Гранично допустимий вміст токсичних елементів узятو згідно з наказом Державного департаменту ветеринарної медицини № 107 від 27.09.2004 року.

Статистичне опрацювання отриманих результатів проводили з використанням програмного забезпечення MedCalc Statistical Software version 20.216 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium). Усі параметри розглядали, як непараметричні дані, виражали, як середнє значення (\bar{x}) та стандартну помилку середнього (SE). Для попарного порівняння результатів використовували критерій Манна-Вітні. Значущими вважали відмінності між показниками у групах за $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

За наслідками проведеної нами роботи встановлено концентрації важких металів (Pb, Cd, Cu, As, Zn, Hg, мг/кг) у досліджених зразках спинних м'язів *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758). Проаналізовано вміст даних металів у свіжо-виловленій рибі на двох ринках: Центральний ринок (ЦР) та Ринок «Брайлі» (РБ). З'ясовано, що їх вміст не перевищував гранично допустимі концентрації в

усіх проб. На *рисунку 1* показано, що вміст свинцю у пробах із ЦР не перевищував $0,2 \pm 0,01$, тоді як із РБ,

становив $0,3 \pm 0,01$ мг/кг ($P < 0,01$). Показник був в дозволених межах, що підтверджує безпечність риби.

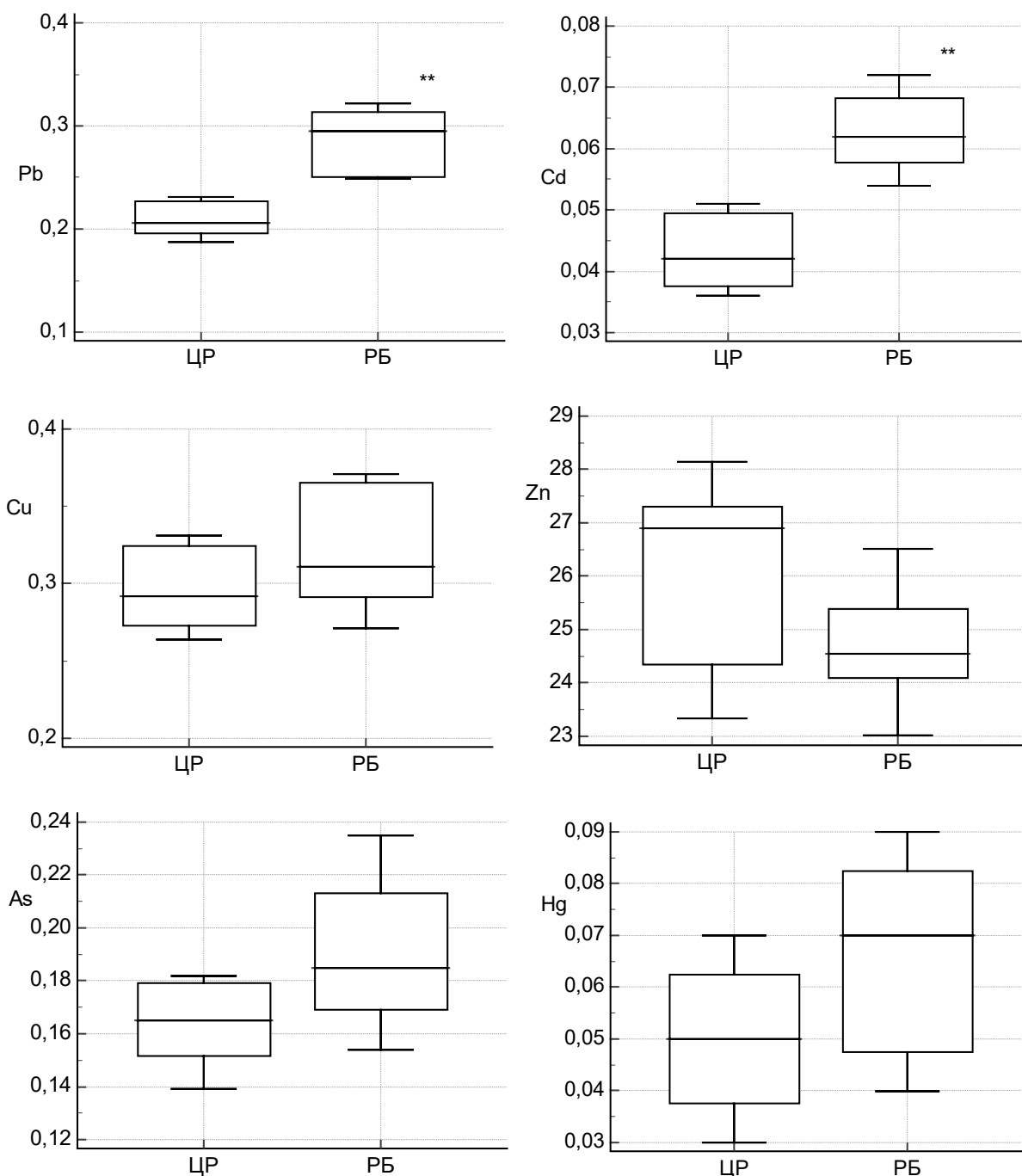


Рис. 1. Вміст Pb, Cd, Cu, Zn, As та Hg у спинних м'язах свіжевиловленої риби, придбаної на Центральному ринку (ЦР) та Ринку «Браїлки» (РБ), мг/кг

Інші результати отримали науковці, які здійснили дослідження щодо визначення концентрації токсичних елементів у прісноводних риб (окунь, плотва, товстолобик, напівлящ, головень, корюшка, лин і щука) із 12 рік Литви. 45 % зразків м'язової тканини двоохрічної риби були забруднені Pb у концентрації вищій, ніж зазначено у Литовських стандартах гігієни [20].

У ході наших досліджень з'ясовано, що концентрація кадмію у м'язах риби, придбаної на РБ, була вірогідно вищою ($0,06 \pm 0,01$), ніж на ЦР

($0,04 \pm 0,01$ мг/кг ($P < 0,01$)). Рівень Cu, Zn, As та Hg у спинних м'язах свіжевиловленої риби не був статистично значущим.

У наших дослідженнях ранжувальний ряд за рівнем важких металів поданий таким чином: $Zn > Cu > Pb > As > Hg > Cd$. В одному із досліджень концентрації Zn, Cd, Cr, As, Pb і Ni у різних видів риби коливалися від $6,36 \pm 1,48$ до $13,31 \pm 1,33$; від $0,017 \pm 0,01$ до $0,049 \pm 0,02$; $0,654 \pm 0,04$; від $0,015 \pm 0,01$ до $0,033 \pm 0,01$; $0,534 \pm 0,11$ та $0,08 \pm 0,05$ мг/кг відповідно. Усі проаналізовані значення були в межах

рекомендованого рівня, за винятком Cr у *C. mrigala* [2]. Наші результати мають подібні висновки, адже вміст важких металів Pb, Cd, Cu, Zn, As та Hg у спинних м'язах свіжовиловленої риби не перевищували гранично допустимої концентрації.

Інша публікація висвітлює зазначені далі рівні важких металів у трьох видів риби, що живуть в озері Keban Dam, Туреччина. Так, показники Zn, Cu та Cd у м'язовій тканині коливалися від 19,07 до 35,85, від 1,36 до 2,21 та мали 0,010–0,370 мг/кг для *Cyprinus carpio*; 20,22–34,39, 1,43–2,65, 0,022–0,047 мг/кг для *Squalius cephalus* й від 11,03 до 22,52, і 1,23–1,51, і 0,010–0,035 мг/кг, відповідно для *Carpoeta umbla*. Наведений порядок біоаккумуляції даних металів може бути наслідком того факту, що окремі метали по-різному накопичуються в тканинах деяких видів риби [8].

Дослідники встановили, що концентрація Cd у м'язах риб коливалася від $1,1 \pm 0,18$ до $2,5 \pm 0,21$ мг/кг та Pb від $29,7 \pm 18,3$ до $97,7 \pm 95,4$ мг/кг [3]. Нами з'ясовано, що концентрація кадмію й свинцю не перевищували значення $0,06 \pm 0,01$ мг/кг та $0,3 \pm 0,01$ мг/кг, відповідно. Дані науковців підтверджують наші, оскільки серед оцінених концентрацій важких металів Zn мав найвищий рівень, а Cd – найнижчий [6].

Науковці оцінили концентрації Pb, Zn, Cr, Ni та Cu у двох прісноводних всеїдних і м'ясоїдних рибах, *Wallago attu* (Bloch and Schneider, 1801) та *Labeo dyocheilus* (McClelland, 1839). Кожен вид був вилловлений за допомогою місцевих рибалок із забрудненої частини річки Кабул поблизу Новшера, Пакистан. Всього досліджено 20 зразків, довжиною 8–11 см. Зафіксовано, що *L. dyocheilus* накопичує на 65 % більше важких металів, ніж *W. attu*. Метали накопичувалися в однаковому порядку в обох видів риб (Zn>Cr>Cu>Pb>Ni>Cd) [21].

Авторами був проведений аналіз ризику для здоров'я важких металів у їстівних частинах риби. Згідно отриманих результатів, їх вміст вказував на безпечні рівні для споживання людиною, а концентрація в м'ясі є загальноприйнятною межею міжнародного законодавства для основних металів (Zn і Cu) і несуттєвих металів (Cd). Однак вміст Pb мав перевищення ГДК [7, 15]. У наших дослідженнях перевищення ГДК щодо вмісту важких металів у м'язах риби не встановлено.

Висновки

З'ясовано середні показники концентрації окремих важких металів у спинних м'язах риби *Carassius carassius* на території Полтавської області. Розподіл важких металів щодо їх вмісту в м'язах карасів можна подати у вигляді спадаючого ранжувального ряду Zn>Cu>Pb>As>Hg>Cd. Максимальна концентрація Цинку ($26,01 \pm 0,9$), Міді ($0,32 \pm 0,02$), Свинцю ($0,3 \pm 0,01$), Миш'яку ($0,19 \pm 0,01$), Ртуті ($0,07 \pm 0,01$) і Кадмію ($0,06 \pm 0,01$ мг/кг) відповідає гранично допустимим рівням. Досліджені проби риби, що надходили на Центральний ринок та ринок «Браїлки» міста Полтави, були безпечними щодо вмісту важких металів, оскільки не зафіксовано в жодній пробі перевищення рівня ГДК.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях плануємо вивчити вміст важких металів в інших видах риби й в залежності від пори року.

Конфлікт інтересів



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

References

1. Afzaal, M., Hameed, S., Liaqat, I., Ali Khan, A. A., Abdul Manan, H., Shahid, R., & Altaf, M. (2022). Heavy metals contamination in water, sediments and fish of freshwater ecosystems in Pakistan. *Water Practice and Technology*, 17 (5), 1253–1272. <https://doi.org/10.2166/wpt.2022.039>
2. Alam, M., Rohani, M. F., & Hossain, M. S. (2023). Heavy metals accumulation in some important fish species cultured in commercial fish farm of Natore, Bangladesh and possible health risk evaluation. *Emerging Contaminants*, 9 (4), 100254. <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2023.100254>
3. Ali, H., Khan, E., & Nasir, M. J. (2020). Bioaccumulation of some potentially toxic heavy metals in freshwater fish of River Shah Alam, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, 52 (2). <https://doi.org/10.17582/journal.pjz.20171117161138>
4. Ali, N., Khan, M. H., Ali, M., Sidra, Ahmad, S., Khan, A., Nabi, G., Ali, F., Bououdina, M., & Kyzas, G. Z. (2024). Insight into microplastics in the aquatic ecosystem: Properties, sources, threats and mitigation strategies. *Science of The Total Environment*, 913, 169489. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169489>
5. Annabi, A., Said, K., & Messaoudi, I. (2013). Cadmium: bioaccumulation, histopathology and detoxifying mechanisms in fish. *American Journal of Research Communication*, 1, 60–79.
6. Bashir, F. H., Othman, M. S., Mazlan, A. G., Rahim, S. M., & Simon, K. D. (2013). Heavy metal concentration in fishes from the coastal waters of Kapar and Mersing, Malaysia. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13 (2). https://doi.org/10.4194/1303-2712-v13_2_21
7. Bawuro, A. A., Voegborlo, R. B., & Adimado, A. A. (2018). Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in lake Geriyo, Adamawa State, Nigeria. *Journal of Environmental and Public Health*, 2018, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2018/1854892>
8. Caglar, M., Canpolat, O., & Selamoglu, Z. (2019). Determination of some heavy metal levels in three freshwater fish in Keban Dam Lake (Turkey) for public consumption. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18 (1), 188–198. <https://doi.org/10.22092/IJFS.2018.117890>
9. DSTU 7670:2014 *Syrovyna i produkty kharchovi. Hotuvannia prob. Mineralizatsiia dlia vyznachannia vmistu toksychnykh elementiv*. Chynnyy vid 2015-07-01. (2014). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=85544 [in Ukrainian]
10. DSTU ISO 11212-2:2004 *Krokhmal ta pokhidni produkty. Vmist vazhkykh metaliv. Chastyina 2. Vyznachennia vmistu rtuti metodom atomnoi absorbttsiinoi spektrometrii (ISO 11212-2:1997, IDT)*. Chynnyy vid 2006-01-01. (2004). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=93020 [in Ukrainian]
11. Jamil Emon, F., Rohani, M. F., Sumaiya, N., Tuj Jannat, M. F., Akter, Y., Shahjahan, M., Abdul Kari, Z., Tahiluddin, A. B., & Goh, K. W. (2023). Bioaccumulation and bioremediation of heavy metals in fishes. A Review. *Toxics*, 11 (6), 510. <https://doi.org/10.3390/toxics11060510>
12. Jan, A., Banerjee, S., & Chouhan, R. (2022). Heavy metal toxicity, bioaccumulation and oxidative stress in freshwater fishes: a systematic review. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 43 (24), 333–349. <https://doi.org/10.56557/upjz.2022/v43i243329>
13. Javed, M., & Usmani, N. (2017). An overview of the adverse effects of heavy metal contamination on fish health. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 89 (2), 389–403. <https://doi.org/10.1007/s40011-017-0875-7>

14. Kotelevych, V., Huralska, S., & Honcharenko, V. (2023). Veterinary and sanitary assessment of fish and seafood by quality and safety indicators. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 103–112. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.19>
15. Le, H. T., & Ngo, H. T. T. (2013). Cd, Pb, and Cu in water and sediments and their bioaccumulation in freshwater fish of some lakes in Hanoi, Vietnam. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 95 (8), 1328–1337. <https://doi.org/10.1080/02772248.2013.877462>
16. Maitera, O. N., Barminas, J. T., & Magili, S. T. (2011). Determination of Heavy Metal Levels in Water and Sediments of River Gongola in Adamawa State, Nigeria. *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences*, 2 (5), 891–896.
17. Mensoor, M., & Said, A. (2018). Determination of heavy metals in freshwater fishes of the Tigris River in Baghdad. *Fishes*, 3 (2), 23. <https://doi.org/10.3390/fishes3020023>
18. Panda, B. P., Mohanta, Y. K., Parida, S. P., Pradhan, A., Mohanta, T. K., Patowary, K., Wan Mahari, W. A., Lam, S. S., Ghfar, A. A., Guerriero, G., Verma, M., & Sarma, H. (2023). Metal pollution in freshwater fish: A key indicator of contamination and carcinogenic risk to public health. *Environmental Pollution*, 330, 121796. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121796>
19. Sharma, A., Patel, P. L., & Sharma, P. J. (2022). Influence of climate and land-use changes on the sensitivity of SWAT model parameters and water availability in a semi-arid river basin. *CATENA*, 215, 106298. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106298>
20. Virbickas, T., & Sakalauskiene, G. (2006). Heavy metals in fish muscle in the Rivers of Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica*, 16 (4), 271–278. <https://doi.org/10.1080/13921657.2006.10512741>
21. Yousafzai, A. M., Chivers, D. P., Khan, A. R., Ahmad, I., & Siraj M. (2010). Comparison of heavy metals burden in two freshwater fishes Wallago attu and Labeo dyocheilus with regard to their feeding habits in natural ecosystem. *Pakistan Journal of Zoology*, 42 (5), 537–544.
22. Zhong, W., Zhang, Y., Wu, Z., Yang, R., Chen, X., Yang, J., & Zhu, L. (2018). Health risk assessment of heavy metals in freshwater fish in the central and eastern North China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 157, 343–349. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.048>

ORCID

- O. Kruchynenko  <https://orcid.org/0000-0003-3508-0437>
 S. Mykhailiutenko  <https://orcid.org/0000-0001-6634-1244>
 O. Klymenko  <http://orcid.org/0000-0001-6257-5641>
 S. Kravchenko  <https://orcid.org/0000-0002-7420-9320>



2024 Kruchynenko O. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

The state of erythropoiesis in piglets under the influence of iron and germanium nanoparticles

O. Kovalchuk¹ | V. Tomchuk¹ | V. Danchuk¹ | V. Karpovsky²

Article info

Correspondence Author

O. Kovalchuk

E-mail:

kovalchuk.azalea@gmail.com

¹ National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Heroiv Oborony Str.15,
building 3, Kyiv, 03041,
Ukraine

² Odesa State Agrarian University,
13 Panteleymonivska Str.,
Odesa, 65000,
Ukraine

Citation: 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. doi: 10.31210/spi2024.27.03.09

The relevance of the conducted research is due to the lack of information in the available literature regarding the impact of iron and germanium nanoparticles on the state of erythropoiesis in piglets. The aim of the study was to determine the effect of administering iron and germanium nanoparticles to sows on the number of erythrocytes, hemoglobin content, and hematocrit index in their piglets. The experiment was conducted on 24 sows of the large white breed, aged 2–3 years, divided into two groups (control and experimental). The sows in the experimental group were given a complex of iron nanoparticle compounds (3 mg/day) and germanium (0.01 mg/day) for ten days, starting ten days before farrowing. Blood samples from five piglets born to the sows in the experimental group were taken on the second, seventh, and twenty-first days of life. The effect of postnatal adaptation on the number of erythrocytes in the blood of piglets during the experiment was $F = 534.6 > FU = 4.49$ ($P < 0.001$), hemoglobin content was $F = 55.5 > FU = 4.49$ ($P < 0.001$), and hematocrit index was $F = 11.1 > FU = 4.49$ ($P < 0.004$). A significant effect of administering iron and germanium nanoparticles to sows on the number of erythrocytes in the blood was found ($F = 11.7 > FU = 4.49$; $P < 0.004$). Administering iron and germanium nanoparticles to sows had a significant effect on the number of erythrocytes ($\eta^2_\chi = 0.74$; $P < 0.01$), hemoglobin content ($\eta^2_\chi = 0.83$; $P < 0.001$), and hematocrit index ($\eta^2_\chi = 0.75$; $P < 0.01$) in the blood of 2-day-old piglets. When sows were given iron and germanium nanoparticles for ten days before farrowing, the number of erythrocytes in the blood of their 2-day-old piglets was 12.8% higher ($P < 0.001$), hemoglobin content was 14.3% higher ($P < 0.001$), and hematocrit index was 14.5% higher ($P < 0.05$) compared to the control group. Thus, iron and germanium nanoparticles may play an important role in improving erythropoiesis in piglets. Prospects for further research consist in the development of modern methods of increasing the productivity and resistance of sows with the help of metal nanoparticles.

Keywords: pigs, metal nanoparticles, erythrocytes, hemoglobin.

Стан еритропоезу в організмі поросят за дії наносполук феруму та германію

O. O. Ковальчук¹ | В. А. Томчук¹ | В. О. Данчук¹ | В. В. Карповський²

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна

² Одеський державний аграрний університет,
м. Одеса, Україна

Актуальність проведених досліджень обумовлена відсутністю у доступній літературі відомостей щодо впливу наночастинок феруму та германію на стан еритропоезу у поросят. Метою роботи було встановити вплив задавання наночастинок феруму та германію свиноматкам на кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну та показник гематокриту у отриманих від них поросят. Експеримент проведено на 24 свиноматках великої білої породи, віком 2–3 роки, яких було розділено на дві групи (контрольна і дослідна). 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. Матеріалом для досліджень слугували зразки відібрані крові від 5 поросят отриманих від свиноматок дослідних груп на другу, сьому і двадцять першу добу життя. Вплив постнатальної адаптації на кількість еритроцитів в крові поросят протягом експерименту становив – $F = 534,6 > FU = 4,49$ ($P < 0,001$), вміст гемоглобіну – $F = 55,5 > FU = 4,49$ ($P < 0,001$) та показник гематокриту відповідно – $F = 11,1 > FU = 4,49$ ($P < 0,004$). Встановлено достовірний вплив задавання наносполук феруму і германію свиноматкам на кількість еритроцитів і крові ($F = 11,7 > FU = 4,49$; $P < 0,004$). Задавання наносполук феруму та германію свиноматкам має достовірний вплив на кількість еритроцитів ($\eta^2_\chi = 0,74$; $P < 0,01$), вміст гемоглобіну ($\eta^2_\chi = 0,83$; $P < 0,001$) та показник гематокриту ($\eta^2_\chi = 0,75$; $P < 0,01$) в крові 2-добових поросят. За задавання свиноматкам протягом 10 діб до опоросу наночастинок феруму і германію кількість еритроцитів у крові отриманих від них 2-добових поросят була на 12,8% ($P < 0,001$), вміст гемоглобіну на 14,3% ($P < 0,001$), а показник гематокриту на 14,5% ($P < 0,05$) більше відповідно до показників поросят контрольної групи. Отже, наносполуки феруму та германію можуть відігравати важливу роль у покращенні гемопоезу у поросят.

Ключові слова: свині, наносполуки металів, еритроцити, гемоглобін.

Бібліографічний опис для цитування: Ковальчук О. О., Томчук В. А., Данчук В. О., Карповський В. В. Стан еритропоезу в організмі поросят за дії наносполук феруму та германію. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 55–59.

Вступ

Новонароджені поросята проходять складний перехідний постнатальний період, під час якого їх органи та системи адаптуються до нових умов життя [2]. Одним із важливих аспектів цього періоду є забезпечення достатньої кількості кисню для тканин та органів, що вимагає ефективної оксигено-транспортної системи, яка включає кров та її компоненти [6]. Загалом, стан оксигенотранспортної функції крові в новонароджених поросят є складною та динамічною системою [14], яка підлягає активним змінам та адаптаціям у перехідний період після народження [19]. Дослідження цієї системи є важливим аспектом для збільшення знань про фізіологію поросят та розвиток стратегій для покращення їхнього здоров'я та виживання [1, 9, 18].

У новонароджених поросят є значні відмінності в анатомії та фізіології порівняно з дорослими особинами. Наприклад, їх респіраторна система ще не повністю розвинена, а серце працює підвищеними темпами. Це створює виклики для ефективного перехідного періоду та підкреслює важливість досліджень, спрямованих на збільшення знань про їхню фізіологію [15].

Наукові дослідження показують, що у новонароджених поросят низький рівень гемоглобіну і гематокриту, що може впливати на їхню здатність до перенесення кисню. Також рівень еритроцитів та інші параметри крові можуть бути нижчими порівняно з дорослими особинами [7]. Це становить виклики для їхнього здоров'я та адаптації до середовища. Проте оксигенотранспортна система новонароджених поросят демонструє вражаючу здатність до адаптації та компенсації. Деякі дослідження показують, що навіть при низьких рівнях гемоглобіну та інших параметрів крові, поросята можуть успішно пристосовуватися до нестачі кисню, збільшуючи кількість кровотоку до важливих органів [8].

Ферум відіграє провідну роль у обміні кисню в організмі. Він входить у склад гемоглобіну і міоглобіну, що відіграє ключову роль у синтезі еритроцитів та ефективному транспорті і зберіганні кисню [13]. У процесі еритропоезу залізо бере участь у синтезі гему в кровотворних клітинах кісткового мозку. Потім гем з'єднується з глобіном, утворюючи Hb, який транспортує кисень з легенів до тканин. Міоглобін, присутній у м'язових тканинах, отримує кисень від гемоглобіну та зберігає його для окисних потреб організму [10].

Встановлено, що у венозній крові германій більше локалізований в еритроцитах [12]. Недостатнє надходження германію з кормами може знижувати рівень імунного захисту організму та продуктивність тварин [16]. Германій бере участь у транспорті кисню в організмі, запобігаючи розвитку гіпоксії на тканинному рівні [17]. Така дія германію особливо важлива для тканин, органів і систем, найбільш чутливих до нестачі O₂, таких як серце, ЦНС, нирки, печінка [5]. Германій підвищує здатність кисню інгібувати утворення та нейтралізувати дію пероксидів.

Мета дослідження

Метою наших досліджень було встановити ступінь і характер впливу задавання наносполук феруму та германію на окремі показники ліпідного обміну в організмі свиноматок.

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.

Свиням дослідної групи за 10 днів до опоросу, протягом десяти днів випоювали комплекс наносполук мікроелементів феруму – 3 мг/добу та германію – по 0,01 мг/добу.

Свиням контрольної групи наносполук не задавали.

Матеріалом для досліджень слугували зразки відібрані крові від 5 поросят отриманих від свиноматок дослідних груп на другу, сьому і двадцять першу добу життя. Кров для дослідження отримували з краніальної порожнистої вени в пробірці антикоагулянтами KF + Na₂ EDTA. У всіх зразках крові, у навчально-науковій лабораторії ветеринарно-діагностичних досліджень кафедри біохімії і фізіології тварин імені академіка М. Ф. Гулого, проводили визначення кількості еритроцитів, вмісту гемоглобін та показника гематокриту загально-прийнятими методами [20].

Одержані результати піддавали статистичній обробці за допомогою прикладного програмного комплексу «Microsoft Office Excel 2019» (визначали середньоарифметичну величину, її похибку та проводили одно- та двофакторний дисперсійний аналіз). Результати вважали за достовірні за P≤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

Відомо, що постнатальна адаптація поросят супроводжується розвитком окисного стресу та фізіологічною анемією, яка пов'язана з заміною фетальних еритроцитів на постнатальні червоні кров'яні тілця [4]. Встановлено, що дводобові поросята контрольної групи мають відносно низьку кількість еритроцитів і вміст гемоглобіну в крові, що характерно для цих тварин на даному етапі онтогенезу, зокрема, кількість еритроцитів в їх крові становила 3,48±0,06 Т/л, вміст гемоглобіну 63,4±1,0 г/л, а показник гематокриту відповідно 23,5±0,5 % (*табл. 1*).

Таблиця 1

Кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну та показник гематокриту крові поросят ($M \pm m, n=5$)

Вік поросят, діб	Групи тварин	
	контрольна	дослідна
Кількість еритроцитів, Т/л		
2-добові	3,48±0,06	3,92±0,09***
7-добові	3,95±0,08	4,07±0,07
21-добові	5,59±0,10	6,00±0,09*
Вміст гемоглобіну, г/л		
2-добові	63,4±1,0	72,5±1,3***
7-добові	78,5±1,7	80,5±1,3
21-добові	91,9±2,5	96,6±2,9
Показник гематокриту, %		
2-добові	23,5±0,5	26,88±0,6**
7-добові	37,5±1,1	37,9±0,5
21-добові	41,4±1,4	42,1±1,9

Примітки: * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$; *** – $P<0,001$ – порівняно до контрольної групи.

Однак уже до 7-ї доби життя у крові поросят контрольної групи кількість еритроцитів збільшується на 13,7 % ($P<0,001$), вміст гемоглобіну в крові на 23,8 % ($P<0,001$) та показник гематокриту на 59,8 % ($P<0,001$). Надалі, з 7-ї до 21-ї доби життя поросят згадані гематологічні показники крові продовжують зростати, зокрема, кількість еритроцитів збільшується ще на 41,3 % ($P<0,001$), вміст гемоглобіну в крові на 17,0 % ($P<0,001$) та показник гематокриту на 10,2 % ($P<0,05$).

Германій відомий своїми потенційними імуномодулюючими та антиоксидантними властивостями. Серед відомих факторів впливу наносполук германію на гемопоєз [17] слід відмітити підвищення активності еритропоєтину, антиоксидантна дія та покращення імунного статусу завдяки імуномодулюючим властивостям [16]. У той же час, ферум є важливим компонентом гемоглобіну [13],

а наносполуки феруму мають потенціал покращувати еритропоєз через покращення засвоєння заліза [3, 10], стимуляцію клітин кісткового мозку та захисту від оксидативного стресу [11].

За задавання свиноматкам протягом 10 діб до опоросу наночастинок феруму і германію відмічено покращення гематологічних показників крові отриманих від них поросят, зокрема, кількість еритроцитів в їх крові була на 12,8 % ($P<0,001$), вміст гемоглобіну на 14,3 % ($P<0,001$), а показник гематокриту на 14,5 % ($P<0,05$) більше відповідно до показників поросят контрольної групи. З 2-ї до 7-ї доби життя у крові поросят дослідної групи кількість еритроцитів збільшується на 3,8 %, вміст гемоглобіну в крові на 11,1 % ($P<0,01$) та показник гематокриту на 41,1 % ($P<0,001$). Відмітимо, що у 7-добових поросят дослідної групи згадані гематологічні показники перестають достовірно відрізнятися від таких у поросят контрольної групи на даному етапі досліджень. Надалі, з 7-ї до 21-ї доби життя у крові поросят дослідної групи кількість еритроцитів збільшується ще на 47,2 % ($P<0,001$), вміст гемоглобіну в крові на 19,9 % ($P<0,001$) та показник гематокриту на 11,1 % ($P<0,05$). У крові 21-добових поросят дослідної групи лише кількість еритроцитів у крові достовірно більше на 7,3 % ($P<0,05$) від такої у поросят контрольної групи на даному етапі досліджень.

Задавання наносполук феруму та германію свиноматкам має достовірний вплив на кількість еритроцитів ($\eta^2=0,74$; $P<0,01$), вміст гемоглобіну ($\eta^2=0,83$; $P<0,001$) та показник гематокриту ($\eta^2=0,75$; $P<0,01$) в крові 2-добових поросят. Однак, уже до 7-ї доби життя поросят цей вплив стає недостовірним ($\eta^2=0,02-0,16$). Цікаво відмітити встановлений вплив задавання наносполук металів свиноматкам на кількість еритроцитів в крові 21-добових поросят ($\eta^2=0,59$; $P<0,05$), тоді, як впливу на показник гематокриту і вміст гемоглобіну недостовірний (рис. 1).

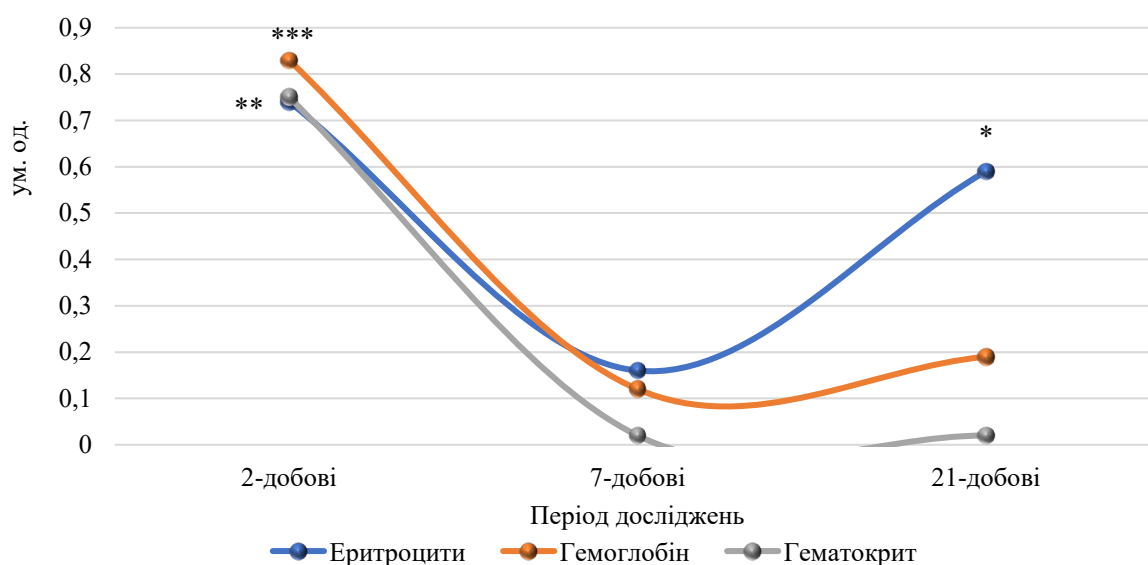


Рис. 1. Вплив (η^2) задавання наносполук феруму та германію свиноматкам на кількість еритроцитів, показник гематокриту та вміст гемоглобіну в крові поросят

Примітки: * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$; *** – $P<0,001$.

Проведеними дослідженнями встановлено достовірний вплив задавання наносполук феруму і германію свиноматкам на гематологічні показники отриманих від них поросят (табл. 2), зокрема отримано достовірний вплив наносполук на кількість

еритроцитів і крові ($F= 11,7 > F_{U=4,49}$; $P<0,004$), тоді, як вплив на вміст гемоглобіну та показник гематокриту в крові цих тварин був недостовірний ($F= 0,23-2,9 < F_{U=4,49}$; $P<0,11-0,64$).

Таблиця 2

Двофакторний дисперсійний аналіз гематологічних показників поросят

Фактори впливу	SS	df	MS	F	P-значення	F критичне
Кількість еритроцитів						
Вплив наносполук	0,35	1	0,35	11,68	0,004	4,49
Адаптація	15,82	1	15,82	534,6	$P < 0,001$	4,49
Взаємозв'язок	0,11	1	0,11	3,55	0,078	4,49
Внутрішня	0,47	16	0,03	–	–	–
Всього	16,75	19	–	–	–	–
Вміст гемоглобіну						
Вплив наносполук	56,4	1	56,4	2,9	0,108	4,49
Адаптація	1080,5	1	1080,5	55,49	$P < 0,001$	4,49
Взаємозв'язок	9,2	1	9,2	0,47	0,501	4,49
Внутрішня	311,6	16	19,5	–	–	–
Всього	1457,7	19	–	–	–	–
Показник гематокриту						
Вплив наносполук	1,7	1	1,68	0,23	0,637	4,49
Адаптація	80,8	1	80,8	11,13	0,004	4,49
Взаємозв'язок	0,2	1	0,16	0,02	0,883	4,49
Внутрішня	116,2	16	7,26	–	–	–
Всього	198,8	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.

Поряд з цим, постнатальна адаптація поросят у більшій мірі лімітує гематологічні показники крові поросят ніж задавання наносполук свиноматкам, зокрема вплив постнатальної адаптації на кількість еритроцитів в крові поросят протягом експерименту становив $-F= 534,6 > F_{U=4,49}$ ($P<0,001$), вміст гемоглобіну – $F= 55,5 > F_{U=4,49}$ ($P<0,001$) та показник гематокриту відповідно – $F= 11,1 > F_{U=4,49}$ ($P<0,004$). Відмітимо, що за аналізу гематологічних показників крові поросят отриманих від свиноматок, яким задавали наночастинки феруму і германію міжфакторну взаємодію не встановлено достовірну.

Таким чином, наносполуки феруму та германію можуть відігравати важливу роль у покращенні гемопоезу у поросят, сприяючи їх здоров'ю та виживанню в критичний період після народження.

Висновки

Задавання наносполук феруму та германію свиноматкам впливає на кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну та показник гематокриту крові у 2-добових поросят ($\eta^2=0,74-0,83$; $P<0,01$). Так, кількість еритроцитів та вміст гемоглобіну в крові цих тварин більше на 12,8–14,3 % ($P<0,001$), а показник гематокриту на 14,5 % ($P<0,05$) від 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

- Chateauvieux, S., Grigorakaki, C., Morceau, F., Dicato, M., & Diederich, M. (2011). Erythropoietin, erythropoiesis and beyond. *Biochemical Pharmacology*, 82 (10), 1291–1303. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2011.06.045>
- Danchuk, O., Korynevskaya, T., Grigoriev, V., Tsimbalyuk, O., & Masyuk, D. (2021). Topical issues of the adaptability of domestic animals (review). *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 98, 54–60. <https://doi.org/10.37000/absl.2021.98.09>
- Danchuk, O., Levchenko, A., da Silva Mesquita, R., Danchuk, V., Cengiz, S., Cengiz, M., & Grafov, A. (2023). Meeting contemporary challenges: development of nanomaterials for veterinary medicine. *Pharmaceutics*, 15 (9), 2326. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15092326>
- Ding, H., Yu, X., & Feng, J. (2020). Iron homeostasis disorder in piglet intestine. *Metallomics*, 12 (10), 1494–1507. <https://doi.org/10.1039/d0mt00149j>
- Fedoruk, R. S., Kovalchuk, I. I., Mezentseva, L. M., Tesarivska, U. I., Pylpets, A. Z., & Kaplunenko, V. H. (2022). Germanium compounds and their role in animal body. *The Animal Biology*, 24 (1), 50–60. <https://doi.org/10.15407/animbiol24.01.050>
- Holme Nielsen, C., Bladt Brandt, A., Thymann, T., Obelitz-Ryom, K., Jiang, P., Vanden Hole, C., van Ginneken, C., Pankratova, S., & Sangild, P. T. (2018). Rapid postnatal adaptation of neurodevelopment in pigs born late preterm. *Developmental Neuroscience*, 40 (5–6), 586–600. <https://doi.org/10.1159/000499127>
- Johnson, J. S., & Baumgard, L. H. (2018). Physiology symposium: Postnatal consequences of in utero heat stress in pigs. *Journal of Animal Science*, 97 (2), 962–971. <https://doi.org/10.1093/jas/sky472>

8. Knight, L. C., & Dilger, R. N. (2018). Longitudinal effects of iron deficiency anemia and subsequent repletion on blood parameters and the rate and composition of growth in pigs. *Nutrients*, 10 (5), 632. <https://doi.org/10.3390/nu10050632>
9. Kovalchuk, I. I., Slepokura, O. I., Kolomiets, I. A., Kolotnytskiy, V. A., Garmata, L. S., Golovach, P. I., & Kamratska, O. I. (2022). Erythron and protein system in piglets blood under stress influence. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5 (2), 32–36. <https://doi.org/10.32718/ujvas5-2.05>
10. Liao, F., Yang, W., Long, L., Yu, R., Qu, H., Peng, Y., Lu, J., Ren, C., Wang, Y., & Fu, C. (2024). Elucidating iron metabolism through molecular imaging. *Current Issues in Molecular Biology*, 46 (4), 2798–2818. <https://doi.org/10.3390/cimb46040175>
11. Liu, Z., Wang, M., Zhang, C., Zhou, S., & Ji, G. (2022). Molecular functions of ceruloplasmin in metabolic disease pathology. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 15, 695–711. <https://doi.org/10.2147/dmso.s346648>
12. Lukevics, E., & Ignatovich, L. (2009). Biological Activity of Organogermanium Compounds. *Patai's Chemistry of Functional Groups*. <https://doi.org/10.1002/9780470682531.pat0275>
13. Owaidah, T., Al-Numair, N., Al-Suliman, A., Zolaly, M., Hasanato, R., Al Zahrani, F., Albalawi, M., Bashawri, L., Siddiqui, K., Alalaf, F., Almomen, A., & Sajid, M. R. (2020). Iron deficiency and iron deficiency anemia are common epidemiological conditions in Saudi Arabia: report of the national epidemiological survey. *Anemia*, 2020, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2020/6642568>
14. Prudyus, T., & Kaminskiy, R. (2024). Biochemical and hematological features of the blood parameters of young piglets under the influence of the feed additive "Activo". *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 107–111. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.18>
15. Quesnel, H., Resmond, R., Merlot, E., Pèrè, M.-C., Gondret, F., & Louveau, I. (2023). Physiological traits of newborn piglets associated with colostrum intake, neonatal survival and preweaning growth. *Animal*, 17 (6), 100843. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100843>
16. Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Borshch, O. O., Kushnir, I. M., Petryshak, R. A., Naumyuk, O. S., Kushnir, V. I., Petryshak, O. Y., & Zhelavskiy, M. M. (2020). A Review of germanium environmental distribution, migration and accumulation. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (2), 200–208. https://doi.org/10.15421/2020_86
17. Stewart, J. H., Macintosh, D., Allen, J., & McCarthy, J. (2012). Germanium, Tin, and Copper. *Patty's Toxicology*, 355–380. <https://doi.org/10.1002/0471435139.tox033.pub2>
18. Thorn, C. E., Bowman, A. S., & Eckersall, D. (2022). Hematology of Pigs. *Schalm's Veterinary Hematology*, 1019–1025. <https://doi.org/10.1002/9781119500537.ch113>
19. Vanden Hole, C., Ayuso, M., Aerts, P., Van Cruchten, S., Thyman, T., Sangild, P. T., & Van Ginneken, C. (2021). Preterm birth affects early motor development in pigs. *Frontiers in Pediatrics*, 9. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.731877>
20. Vlizlo, V. V., (red). (2012). *Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine: reference book*. Lviv: SPOLOM.

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. Karpovsky  <https://orcid.org/0009-0003-9848-1411>



2024 Kovalchuk O. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Anthelmintic effectiveness of modern preparations against *Heterakis gallinarum* nematodes parasitizing in chickens

O. Omelchenko✉

Article info

Correspondence Author

V. Omelchenko

E-mail:

omelch79@ukr.net

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

Citation: Omelchenko, O. (2024). Anthelmintic effectiveness of modern preparations against *Heterakis gallinarum* nematodes parasitizing in chickens. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 60–65. doi: 10.31210/spi2024.27.03.10

In poultry farming, heterakosis is one of the most widespread parasitic diseases and causes significant damage to the industry. At present, for chemoprophylaxis and treatment of poultry for this infestation, manufacturers have offered a sufficient number of preparations that have nematocidal effect. At the same time, the effectiveness of anthelmintic preparations available on the domestic market has not always been studied and highlighted in scientific papers. The purpose of the research was to study the effectiveness of preparations with different active substances and different methods of application for spontaneous chicken heterakosis. Anthelmintics in the form of powder – Levamisole 80 (the active substance is levamisole hydrochloride) and Albendazole Ultra 10 % (the active substance is albendazole), as well as in the form of the solution and suspension with the analogous active substances – Levamisole-plus 10 % and Albendazole 10 %, were tested. A high effectiveness of Levamisole-plus 10 % for chicken heterakosis was established by the conducted studies, where on the 14th day of the experiment, the extense- and intenseeffectiveness reached 100 %. The efficacy indicators of this preparation on the 3rd day were 70 and 95.44 %, respectively, and on the 7th day they already reached 100 %. Albendazole suspension and Levamisole 80 turned out to be moderately effective. The indicators of extense- and intenseeffectiveness on the 14th day of treatment with Albendazole suspension were 80 and 95.67 %, and with Levamisole 80 – 80 and 78.78 %. During the experiment, the effectiveness of Albendazole suspension gradually increased and was 60 and 91.63 % on the 3rd day and 80 and 96.57 % on the 7th day, respectively. When applying Levamisole 80 to the diseased poultry, the indicators of extenseeffectiveness increased from the 3rd to the 7th day from 30 to 80 %, and intense-effectiveness decreased from 83.77 to 81.13 %. Albendazole Ultra10 % preparation turned out to be insufficiently effective: its indicators of extense- and intenseeffectiveness on the 14th day of the experiment made 60 and 73.93 %, respectively. During the experiment, the efficacy indicators of Albendazole Ultra 10% gradually increased from the 3rd to the 7th day – from 20 to 80 % and from 76.45 to 76.71 %. On the 14th day, the indicators of extenseeffectiveness remained at the same level, and those of intenseeffectiveness decreased. The obtained results of experimental studies allow recommend Levamisole-plus 10 % anthelmintic preparation for effective control and prevention of chicken heterakosis.

Keywords: parasitology, heterakosis, chickens, anthelmintic preparations, effectiveness.

Антигельмінтна ефективність сучасних препаратів за паразитування в курей нематод *Heterakis gallinarum*

О. В. Омельченко

Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

У птахівництві гетеракоз є одним з найбільш поширених паразитарних захворювань і завдає значної шкоди галузі. В даний час для хіміопрфілактики та лікування птиці за цієї інвазії виробниками запропоновано достатню кількість препаратів, що мають нематодцидний ефект. Разом з тим, ефективність наявних на вітчизняному ринку антигельмінтних препаратів не завжди вивчена і висвітлена у наукових працях. Метою досліджень було вивчення ефективності препаратів з різними діючими речовинами та різним способом застосування за спонтанного гетеракозу курей. Випробовано антигельмінтики у вигляді порошку – Левамизол 80 (діюча речовина – левамизолу гідрохлорид) та Альбендазол Ультра 10 % (діюча речовина – альбендазол), а також у вигляді розчину й суспензії з аналогічними діючими речовинами – Левамизол-плюс 10 % та Альбендазол 10 %. Проведеними дослідженнями встановлено високу ефективність за гетеракозу курей препарату Левамизол-плюс 10 %, де на 14 добу експерименту екстенс- та інтенсефективність сягали 100 %. Показники ефективності цього препарату на 3 добу становили відповідно 70 та 95,44 %, а на 7 добу – вже сягали 100 %. Помірно ефективними виявилися препарати Альбендазол суспензія та Левамизол 80. Показники екстенс- та інтенсефективності на 14 добу лікування Альбендазол суспензії становили 80 та 95,67 %, а Левамизолу 80 – 80 та 78,78 %. Впродовж експерименту ефективність Альбендазол суспензії поступово зростала і становила на 3 добу – 60 та 91,63 %, а на 7 добу – 80 та 96,57 % відповідно. При застосуванні хворій птиці Левамизолу 80 показники екстенсефективності зростали з 3 до 7 доби – з 30 до 80 %, а інтенсефективності знижувалися – з 83,77 до 81,13 %. Недостатньо ефективним виявився препарат Альбендазол Ультра 10 %, де його показники екстенс- та інтенсефективності на 14 добу експерименту відповідно становили 60 та 73,93 %. Впродовж експерименту показники ефективності Альбендазол Ультра 10 % поступово зростали з 3 до 7 доби – з 20 до 80 % та з 76,45 до 76,71 %. На 14 добу показники екстенсефективності залишилися на тому ж рівні, а інтенсефективності знижувалися. Отримані результати експериментальних досліджень дозволяють рекомендувати антигельмінтний препарат Левамизол-плюс 10 % для ефективної боротьби та прфілактики гетеракозу курей

Ключові слова: паразитологія, гетеракоз, кури, антигельмінтні препарати, ефективність.

Бібліографічний опис для цитування: Омельченко О. В. Антигельмінтна ефективність сучасних препаратів за паразитування в курей нематод *Heterakis gallinarum*. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 60–65.

Introduction

Helminthoses cause significant economic damages to poultry farming, as a result of the decrease in egg productivity and body weight gain, lag in the development and growth of young poultry, the decrease in the quality of products obtained from diseased poultry, the death of chickens, as well as the expenses on conducting medical and preventive measures [1–4]. Moreover, the nematodes of *Heterakis gallinarum* species are one of the most widespread parasites of the intestinal tract of poultry. These parasites can cause, especially with a significant intensity of infestation in young poultry, significant pathological changes in various organs, primarily the caecum and liver [5–9]. It has also been proven that heterakises' eggs are the reservoir of *Histomonas meleagridis* protozoa, where they can be stored for 1 year. This can lead to association heterakosis-histomonosis progress of invasion in poultry and its high mortality [10–14].

To control nematodes successfully and prevent the emergence of resistant parasites' populations, it is necessary to have a set of anti-helminthics of different chemical nature and mechanism of action. The success of therapeutic and preventive treatment of poultry largely depends on the correct choice of the preparation, taking into account its indicators of extense- and intense-effectiveness, which differ significantly in different anthelmintics [15–17]. In particular, it was determined that the effectiveness of the commercially available product based on flubendazole against *H. gallinarum* parasitizing in chickens on the 12th day of the experiment reached 99.4 % [18].

In other studies, the test was conducted with Fenbendazole 4 % (Panacur, Hoechst) for chicken heterakosis. It was found that on the second day of treatment, the scientists observed a noticeable decrease in the number of helminthes' eggs in feces, and on the seventh day after the last treatment, heterakises' eggs were not detected in the litter. The postmortem study after 15–21 days showed that the preparation was 100 % effective against *H. gallinarum* at a dose of 10 mg/kg when it was administered together with feed for three days in succession [19].

There are scientific reports where Fenbendazole was tested for spontaneous heterakosis and ascariasis (orally, in the form of solution at a rate of 5.0 mg/kg of body weight) and Albendazole (orally, in the form of suspension at a rate of 10.0 mg/kg of body weight). It was established that the effectiveness of Fenbendazole was 85.5 and 89.5%, respectively, and that of Albendazole was 0 and 71.5 % [20].

The efficacy of Vermal preparation (active substances are albendazole and natural organic elements) developed at the National Research Center "IEKVM" was tested by Ukrainian researchers in relation to the association development of heterakosis causative agent with capillariids in pheasants. The preparation was administered in a dose of 10 mg/kg of body weight for two days in succession. It was found that its effectiveness for heterakosis made 100 % [21].

Therefore, it is relevant to test the existing on the domestic market anthelmintic preparations for chicken heterakosis and recommendations for the use of the most effective ones.

The purpose of the study

The purpose of the research was to study the efficacy of preparations with different active substances and different methods of application for spontaneous chicken heterakosis.

Materials and methods

The work was carried out during 2024 on the basis of the laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expert Examination of Poltava State Agrarian University and on a private peasant farm in Poltava region (Poltava district, village of Varvarivka).

Anti-helminthics in the form of powder – Levamisole 80 (the active substance is levamisole hydrochloride), produced by "Reagent" private JSC, Ukraine and Albendazole Ultra 10 % (the active substance is albendazole) produced by O.L.KAR, Ukraine, as well as the preparation in the form of solution – Levamisole-plus 10 % (the active substance is levamisole hydrochloride) manufactured by "Product" LLC, Ukraine and Albendazole 10 % suspension (the active substance is albendazole) produced by Basalt-Animal Health, Ukraine were tested.

4 experimental and one control group of chickens (10 heads in each) aged over 17 weeks spontaneously infested with heterakises were formed.

- *The poultry of the first experimental group* were given Levamisole 80 powder in a dose of 0.5 g/10 kg of body weight one time.

- *The poultry of the second experimental group* were watered with Levamisole-plus 10 % solution in a dose of 1 ml/250 ml of drinking water for three days in succession.

- *The poultry of the third experimental group* were given Albendazole Ultra 10 % powder in a dose of 0.5 g/10 kg of body weight for five days in succession.

- *The poultry of the fourth experimental group* were watered with Albendazole 10 % suspension in a dose of 0.5 ml/10 kg of body weight for five days in succession.

- *The chickens of the control group* were not dehelminthized. The effectiveness of anthelmintic preparations was determined on the 3rd, 7th and 14th day after their last application according to the indicators of extense- and intenseeffectiveness (EE and IE, %) as a result of coproovoscopic studies of chickens of the experimental and control groups using the flotation method [22].

Mathematical analysis of the obtained data was carried out using the Microsoft "EXCEL" applied program package by determining the arithmetic mean (M) and standard error (m).

Results and discussion

The conducted studies established the high effectiveness of Levamisole-plus 10 % preparation for chicken heterakosis, where on the 14th day of the experiment its extense- and intenseeffectiveness reached 100 %. The efficacy indicators of this preparation on the 3rd day made 70 and 95.44 %, respectively, and on the 7th day they already reached 100 % (*Figs. 1, 2*).

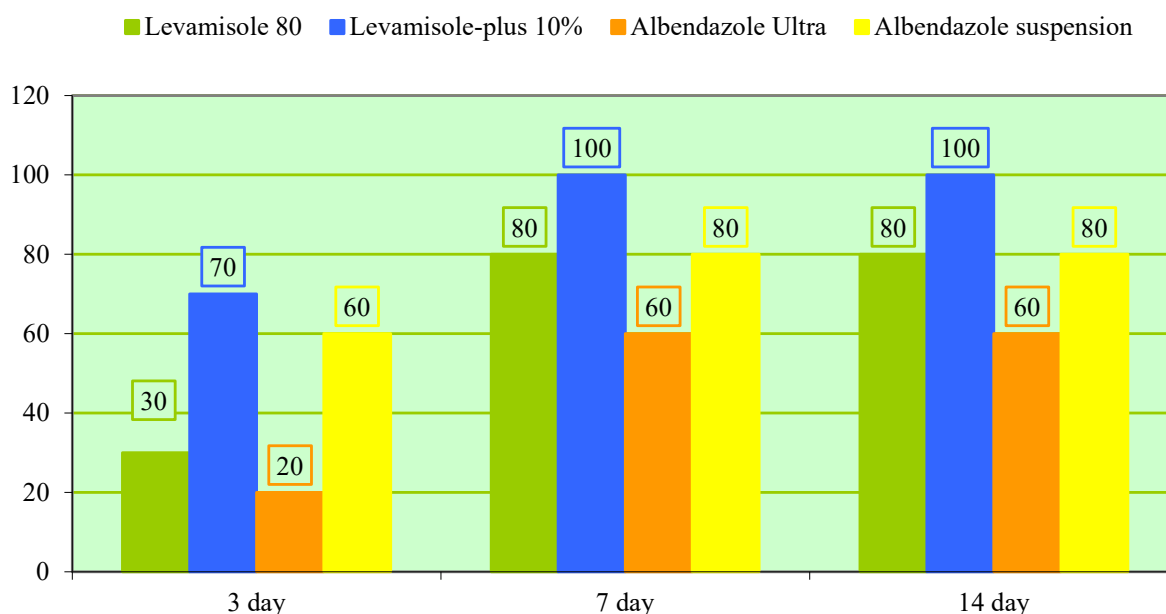


Fig. 1. Indicators of extenseffectiveness (%) of anthelmintics for chicken heterakosis

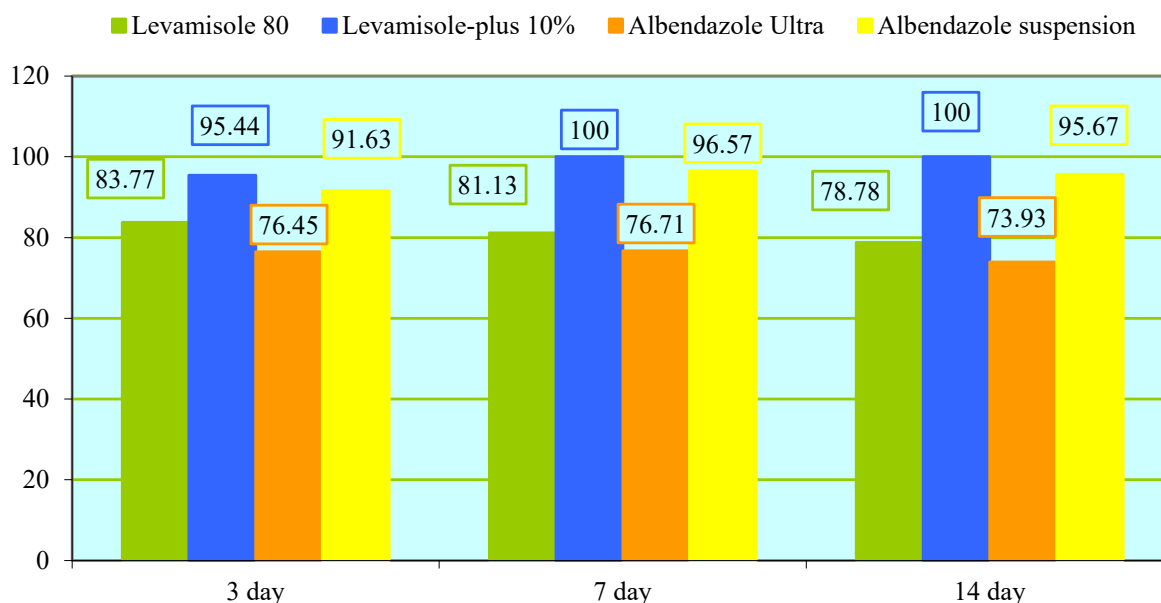


Fig. 2. Indicators of intenseffectiveness (%) of anthelmintics for chicken heterakosis

Albendazole suspension and Levamisole 80 preparations turned out to be moderately effective, the effectiveness indicators of which were 80 and 95.67 % and 80 and 78.78 %, respectively, on the 21st day of treatment. Moreover, during the experiment, the efficacy of Albendazole suspension gradually increased and made on the 7th day 60 and 91.63 %, and on the 14th day – 80 and 96.57 %. At the same time, when applying Levamisole 80 to the diseased poultry, the indicators of extenseffectiveness increased from the 7th to the 14th day from 30 to 80 %, and intenseffectiveness decreased from 83.77 to 81.13 %.

Albendazole Ultra 10 % preparation turned out to be insufficiently effective. Its indicators of extense- and intenseffectiveness gradually increased from the 3rd to the 7th day from 20 to 80 % and from 76.45 to 76.71 %. On the 14th day, the indicators of extenseffectiveness

remained at the same level – 60%, and those of intenseffectiveness decreased to 73.93 %.

Analyzing the indicators of the prevalence of heterakosis infection in the process of chickens' treatment, it was found that before the treatment in all experimental groups, the prevalence made 100 %. In the experimental group of poultry that was treated with Levamisole-plus 10 %, the prevalence indicators made 30 % on the 3rd day, and on the 7th and 14th day, no diseased chickens were detected by coproovoscopic examinations. In the group of poultry to which Albendazole suspension was applied, the prevalence indicators were 40 % on the 3rd day, and 20 % on the 7th and 14th day. In the experimental group of chickens treated with Levamisole 80 and Albendazole Ultra 10%, the prevalence indicators made 70 and 80 % on the 3rd day, 20 and 40 % on the 7th and 14th day, respectively (**Fig. 3**).

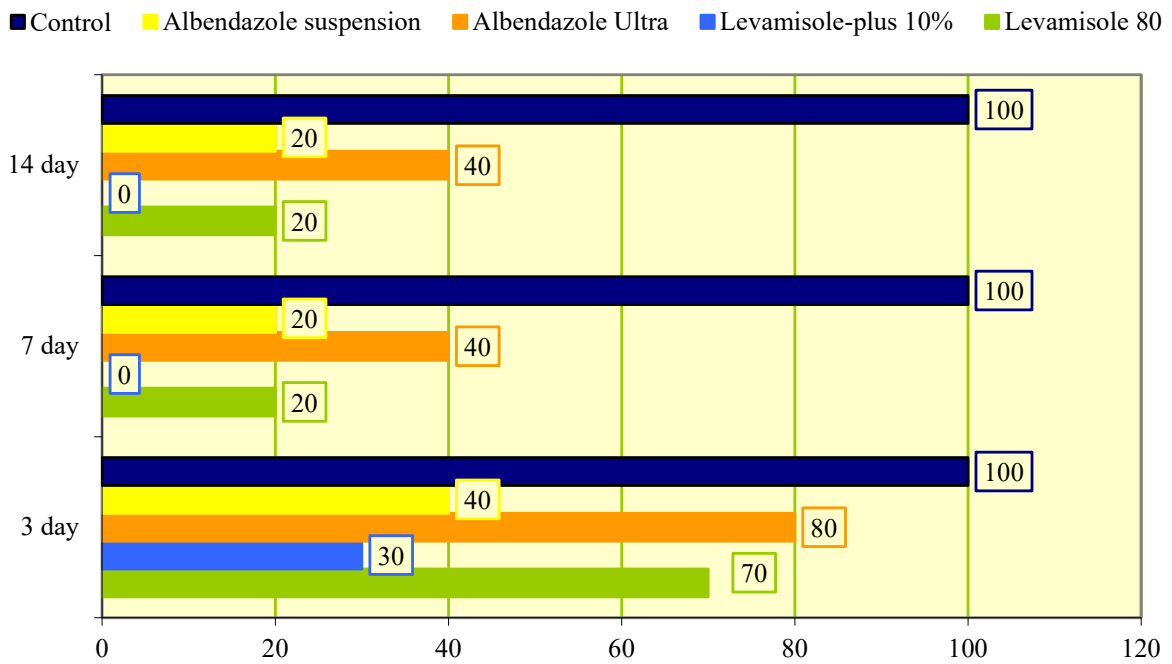


Fig. 3. Indicators of the prevalence of heterakosis invasion (%) of chickens in the process of their treatment

Analyzing the indicators of the intensity of heterakosis invasion in the process of chickens' treatment, it was found that before the treatment in the experimental and control groups of poultry, the indicators of the intensity of the infection ranged from 115.20 ± 12.43 to 152.40 ± 7.97 eggs/g. In the experimental group of poultry that were treated with Levamisole-plus 10%, the II indicators were 6.77 ± 1.33 eggs/g on the 3rd day, and on the 7th and 14th day, no diseased chickens were detected by coproovoscopic examinations. In the experimental group of poultry treated with Albendazole suspension,

the II indicators made 14.00 ± 3.46 eggs/g on the 3rd day, 6.00 ± 2.00 eggs/g on the 7th day, and 8.00 ± 4.00 eggs/g on the 14th day. In the experimental group of chickens that were treated with Levamisole 80 and Albendazole Ultra 10%, the II indicators were: on the 3rd day – 26.29 ± 3.98 and 42.50 ± 2.92 eggs/g, on the 7th day – 32.00 ± 4.00 and 44.00 ± 6.73 eggs/g, on the 14th day – 38.00 ± 6.00 and 52.00 ± 2.83 eggs/g, respectively. At the same time, in the chickens of the control group, the II indicators gradually increased from 115.20 ± 12.43 to 150.80 ± 6.34 eggs/g (Fig. 4).

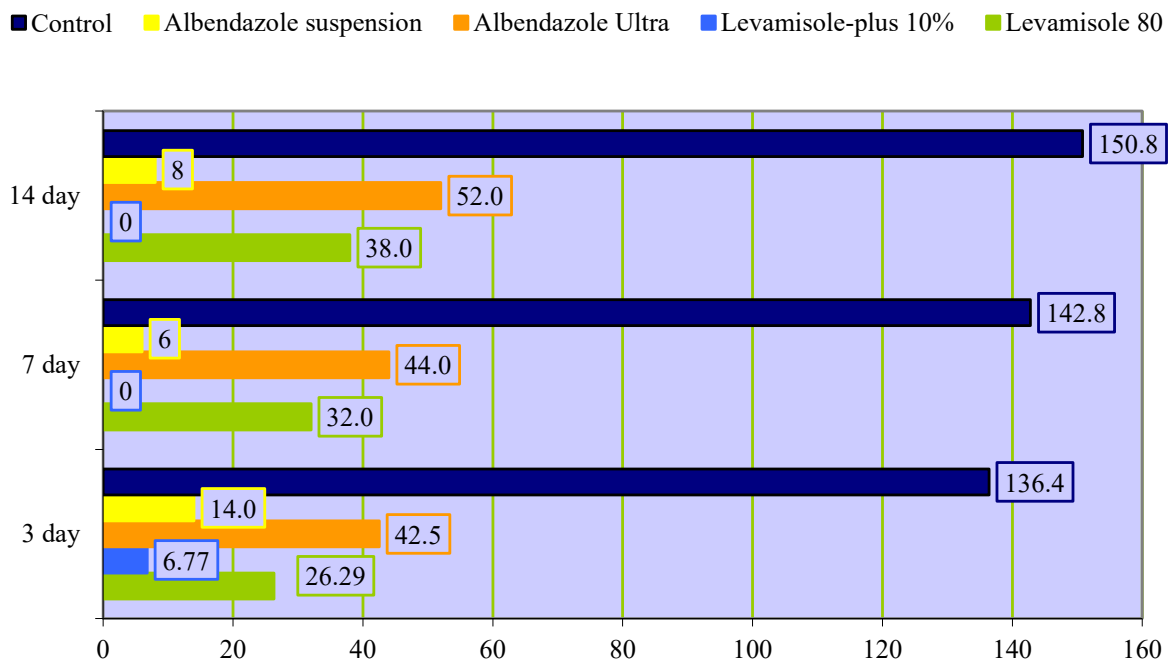


Fig. 4. Indicators of the intensity of heterakosis invasion (II, eggs/g) of chickens in the process of their treatment

The world literature shows that heterakosis is one of the most widely spread parasitic diseases of poultry and causes significant damage to the industry [3, 4, 9]. At present, chemoprophylaxis and treatment of poultry for this infestation, manufacturers have offered a sufficient number of preparations that have a nematocide effect. At the same time, the efficacy of anti-helminthic drugs available on the domestic market has not always been studied and highlighted in scientific papers [15–17]. Therefore, the purpose of our research was to study the effectiveness of preparations with different active substances and different methods of application for spontaneous chicken heterakosis, namely: Levamisole 80 and Albendazole Ultra 10 % powders, Levamisole-plus 10 % solution and Albendazole 10 % suspension. The high effectiveness of Levamisole-plus 10% preparation for chicken heterakosis was established by the conducted studies, where on the 14th day of the experiment its extense- and intenseeffectiveness reached 100%. Albendazole suspension and Levamisole 80 turned out to be moderately effective. The indicators of extense- and intenseeffectiveness on the 14th day of treatment with Albendazole suspension made 80 and 95.67 %, and with Levamisole 80 – 80 and 78.78 %. Albendazole Ultra 10 % preparation turned out insufficiently effective; its indicators of extense- and intenseeffectiveness on the 14th day of the experiment made 60 and 73.93 %, respectively.

There are reports that produced in Ukraine Vermal preparation based on albendazole had 100 % effectiveness in chicken heterakosis treatment [21]. Other researchers while testing Fenbendazole (Safeguard) and Levamisole (Prohibit) found that their effectiveness against poultry ascariasis made from 99.3 to 99.9 % and from 54.6 to 85.8 %, respectively. At the same time, the authors note that during the repeated treatment, the effectiveness of both preparations reached 100 % [23].

We also found that the drugs that were administered in the form of solution and suspension were more effective than those that were given in the form of powder. In our opinion, this is connected with the fact that at invasion diseases, the appetite of the diseased poultry decreases and thirst appears, as a result of which it consumes anthelmintic preparations in full doses. The data obtained by us are confirmed by the earlier conducted studies, in which the medicinal means that were watered were more effective than their powdered analogues in the treatment of chicken capillariasis [24].

The obtained results of experimental studies allow recommend Levamisole-plus 10 % anthelmintic preparation for effective control and prevention of chicken heterakosis.

Conclusions

The high anthelmintic effectiveness of Levamisole-plus 10 % preparation was experimentally established, where on the 14th day of the experiment, its extense- and intenseeffectiveness reached 100 %. Albendazole suspension and Levamisole 80 anthelmintic preparations demonstrated moderate therapeutic effectiveness for chicken heterakosis. Their extense- and intense-effectiveness on the 14th day of treatment made 80 and 95.67 % and 80 and 78.78 %, respectively. When using

Albendazole Ultra 10 %, the treatment of chickens infested with heterakises turned out to be ineffective. Its extense- and intenseeffectiveness made 60 and 73.93 %, respectively.

Conflict of interest

The author declare no conflict of interest.

References

- 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>
- 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>
- Sreedevi, C., Jyothisree, C.h, Rama Devi, V., Annapurna, P., & Jeyabal, L. (2016). 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>
- Ola-Fadunsin, S. D., Uwabujo, P. I., Sanda, I. M., Ganiyu, I. A., Hussain, K., Rabi, M., Elelu, N., & Alayande, M. O. (2019). Gastrointestinal helminths of intensively managed poultry in Kwara Central, Kwara State, Nigeria: Its diversity, prevalence, intensity, and risk factors. *Veterinary World*, 12 (3), 389–396. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.389-396>
- Sharma, M., Asok Kumar, M., Karikalalan, M., Faslu Rahman, A. T., Vivek Srinivas, M., Ram, H., Pawde, A. M., Shukla, U., Yadav, B. M., Dhama, K., & Saikumar, G. (2023). The first record of *Heterakis gallinarum* as a cause of fatal nodular typhlitis in golden pheasants (*Chrysolophus pictus*) in India. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 24 (4), 369–373. <https://doi.org/10.22099/IJVR.2023.48517.7085>
- Greenawalt, D., Yabsley, M. J., Williams, L., Casalena, M. J., Boyd, R., Debelak, E., Wildlicka, H., Phillips, E., Wallner-Pendleton, E., Dunn, P., & Brown, J. (2020). Surveillance for *Heterakis* spp. in game birds and cage-free, floor-raised poultry in Pennsylvania. *Avian Diseases*, 64 (2), 210–215. <https://doi.org/10.1637/0005-2086-64.2.210>
- Carrisoza, M., Jin, S., McCrea, B. A., Macklin, K. S., Dormitorio, T., & Hauck, R. (2021). Prevalence of select intestinal parasites in Alabama Backyard Poultry Flocks. *Animals*, 11 (4), 939. <https://doi.org/10.3390/ani11040939>
- Sadaf, T., Javid, A., Hussain, A., Bukhari, S. M., Hussain, S. M., Ain, Q., Ashraf, S., Suleman, S., Saleem, M., Azam, S. M., Ahmad, U., & Ali, W. (2021). Studies on parasitic prevalence in pet birds from Punjab, Pakistan. *Brazilian Journal of Biology*, 83, e246229. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.246229>
- Shifaw, A., Feyera, T., Sharpe, B., Elliott, T., Walkden-Brown, S. W., & Ruhnke, I. (2023). Prevalence and magnitude of gastrointestinal helminth infections in cage-free laying chickens in Australia. *Veterinary Parasitology*, 37, 100819. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2022.100819>
- Beckmann, J. F., Dormitorio, T., Oladipupo, S. O., Bethonico Terra, M. T., Lawrence, K., Macklin, K. S., & Hauck, R. (2021). *Heterakis gallinarum* and *Histomonas meleagridis* DNA persists in chicken houses years after depopulation. *Veterinary Parasitology*, 298, 109536. <https://doi.org/10.1016/j.vet-par.2021.109536>
- Daş, G., Wachter, L., Stehr, M., Bilic, I., Graf, B., Wernsdorf, P., Metges, C. C., Hess, M., & Liebhart, D. (2021). Excretion of *Histomonas meleagridis* following experimental co-infection of distinct chicken lines with *Heterakis gallinarum* and *Ascaridia galli*. *Parasites & Vectors*, 14 (1), 323. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04823-1>
- Lund, E. E., & Chute, A. M. (1973). Means of acquisition of *Histomonas meleagridis* by eggs of *Heterakis gallinarum*. *Parasitology*, 66 (2), 335–342. <https://doi.org/10.1017/s0031182000045261>
- Joyner, L. P. (1966). Infections with *Heterakis gallinarum* in chickens following recovery from histomoniasis. *Parasitology*, 56 (1), 171–177. <https://doi.org/10.1017/s0031182000071195>

14. Lee, D. L. (1971). The structure and development of the protozoon *Histomonas meleagridis* in the male reproductive tract of its intermediate host, *Heterakis gallinarum* (Nematoda). *Parasitology*, 63(3), 439–445. <https://doi.org/10.1017/s0031182000079968>
15. Khayatnouri, M. H., Garedaghi, Y., Arbati, A. R., & Khalili, H. (2011). The effect of ivermectin pour-on administration against natural *Heterakis gallinarum* infestation and its prevalence in native poultry. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 6 (1), 55–58. <https://doi.org/10.3923/rjps-science.2011.41.44>
16. Guthrie, J. E., & Harwood, P. D. (1942). The efficacy of phenothiazine and nicotinebentonite for the removal of *Heterakis gallinae* and *Ascaridia galli* from chickens. *Journal of Parasitology*, 28(6), 24–25.
17. Yazwinski, T. A., Andrews, P., Holtzen, H., Presson, B., Wood, N., & Johnson, Z. (1986). Dose-titration of fenbendazole in the treatment of poultry nematodiasis. *Avian Diseases*, 30 (4), 716–718. <https://doi.org/10.2307/1590574>
18. Squires, S., Fisher, M., Gladstone, O., Rogerson, S., Martin, P., Martin, S., Lester, H., Sygall, R., & Underwood, N. (2012). Comparative efficacy of flubendazole and a commercially available herbal wormer against natural infections of *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum* and intestinal *Capillaria* spp. in chickens. *Veterinary Parasitology*, 185 (2-4), 352–354. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.09.034>
19. Ssenyonga, G. S. (1982). Efficacy of fenbendazole against helminth parasites of poultry in Uganda. *Tropical Animal Health and Production*, 14(3), 163–166. <https://doi.org/10.1007/BF02242148>
20. Yazwinski, T. A., Tucker, C. A., Wray, E., Jones, L., & Clark, F. D. (2013). Observations of benzimidazole efficacies against *Ascaridia dissimilis*, *Ascaridia galli*, and *Heterakis gallinarum* in naturally infected poultry. *Journal of Applied Poultry Research*, 22 (1), 75–79. <https://doi.org/10.3382/japr.2012-00606>
21. Temnyi, M. V., Polieshchuk, N. I., Bohach, M. V., Shcherbakov, V. V., & Renvenko, M. I. (2013). Zastosuvannia vermaliu za zmishanykh helmintoziv fazaniv. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 10 (212), 29–31. [in Ukrainian]
22. Kotelnikov, G. A. (1974). *Diagnostics of animal helminthiasis*. Koloss, Moscow, 240–241.
23. Yazwinski, T. A., Tucker, C. A., Reynolds, J., Johnson, Z., & Pyle, D. (2009). Efficacies of fenbendazole and levamisole in the treatment of commercial turkeys for *Ascaridia dissimilis* infections. *Journal of Applied Poultry Research*, 18 (2), 318–324. <https://doi.org/10.3382/japr.2008-00115>
24. Natiahla, I. V. (2016). Likuvalna efektyvnist antyhelmintnykh preparativ za kapilariozu kurei. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Nds Biobezpeky ta Ekolohichnoho Kontroliu Resursiv APK*, 4 (3), 65–68. [in Ukrainian]

ORCID

O. Omelchenko 

<https://orcid.org/0009-0003-2012-1563>



2024 Omelchenko O. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

The effect of eimeriostatics on the morphological indicators of the blood of piglets with a mixed course of isosporosis and cryptosporidiosis

O. Bohach¹ | M. Bogach²✉

Article info

Correspondence Author

M. Bogach

E-mail:

bogach_nv@ukr.net

Citation: Bohach, O., & Bogach, M. (2024). The effect of eimeriostatics on the morphological indicators of the blood of piglets with a mixed course of isosporosis and cryptosporidiosis. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 70–74. doi: 10.31210/spi2024.27.03.11

¹ National Scientific Center

“Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine”,
Pushkinska St., 83,
Kharkiv, 61023,
Ukraine

² Odessa Experimental Station

National Scientific Center
“Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine”,
Svobody Ave., 2,
Odessa, 65037,
Ukraine

Intestinal parasites have a significant impact on the efficiency of pig farming. Protozoa are a particular danger for young animals, as they can cause diarrhea and dehydration, which can lead to the death of the animals. Among the many pathogens that cause diarrhea in suckling piglets, the leading role is played by *Isoospora suis*, *Eimeria* spp. and *Cryptosporidium* spp. Most parasites are capable of suppressing the host's immune system. In chronic parasitic diseases, the hematopoietic, antioxidant, and immune systems are primarily affected. Control of the effectiveness of eimeriostatics for the mixed course of isosporosis and cryptosporosis in piglets was carried out by morphological indicators of blood. The use of Turil 5 %, Brovitacoccide and Amprolev-plus leads to a tendency to improve the body's condition, which is confirmed by changes in the morphological composition of piglets' blood. However, the most pronounced changes and in the shortest time (on the 14th day of treatment) were observed in animals treated with the drug Amprolev-plus. The hemoglobin content increased by 7.2 %, the number of leukocytes decreased by 19.3 %, rod-shaped neutrophils – by 42.3 %, segmented neutrophils – by 16.4 %. Prior to treatment, lymphopenia, i.e., an immunodeficient state, was registered in the infected piglets from the experimental groups. The increase in the number of lymphocytes by 9.1 % occurred due to the content of the immunostimulant in the preparation. After the application of Turil 5 % and Brovitacoccide, the restoration of morphological indicators was registered only on the 28th day. The hemoglobin content increased by 9.7 % and 8.3 %, respectively, the number of leukocytes decreased by 15.3 % and 20.6 %, rod-shaped neutrophils – by 37.0 % and 42.3 %, segmented neutrophils – by 11.5 % and 16.1 %. The use of eimeriostatics in piglets affected by isosporosis (caused by *Isoospora suis*) and cryptosporidiosis (caused by *Cryptosporidium* spp.) has a significant effect on their blood parameters and helps to control the disease. They are used to control and reduce the parasite load, thereby alleviating the clinical symptoms of the disease.

Keywords: morphology, isosporosis, cryptosporidiosis, piglets, blood.

Вплив еймеріостатиків на морфологічні показники крові поросят за змішаного перебігу ізоспорозу і криптоспоридіозу

O. М. Богач¹ | М. В. Богач²

¹ Національний науковий

центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини»,
м. Харків,
Україна

² Одеська дослідна станція

Національного наукового центру «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини»,
м. Одеса,
Україна

Значний вплив на ефективність свинарства спричиняють кишкові паразити. Особливу небезпеку для молодняку становлять протозоози, оскільки вони можуть викликати діарею та зневоднення, що може призвести до загибелі тварин. Серед багатьох патогенів, які викликають діарею у поросят-сисунів, провідну роль відіграють *Isoospora suis*, *Eimeria* spp. і *Cryptosporidium* spp. Більшість паразитів здатні пригнічувати імунну систему хазяїна. При хронічних паразитарних захворюваннях насамперед страждають кровотворна, антиоксидантна та імунна системи. Контроль ефективності дії еймеріостатиків за змішаного перебігу ізоспорозу і криптоспорозу поросят проводили за морфологічними показниками крові. Використання Турилу 5 %, Бровітакоциду і Ампролеву-плюс призводить до тенденції покращення стану організму, що підтверджується змінами в морфологічному складі крові поросят. Проте найбільш виражені зміни та в найкоротші терміни (на 14-ту добу лікування) спостерігалися у тварин, яким застосовували препарат Ампролев-плюс. Вміст гемоглобіну збільшився на 7,2 %, кількість лейкоцитів зменшилась на 19,3 %, паличкоядерних нейтрофілів – на 42,3 %, сегментоядерних нейтрофілів – на 16,4 %. До лікування у інвазованих поросят з дослідних груп реєстрували лімфопенію, тобто імунодефіцитний стан. Підвищення кількості лімфоцитів на 9,1 % відбулося за рахунок вмісту в препараті імуностимулятора. Після застосування Турилу 5 % і Бровітакоциду відновлення морфологічних показників реєстрували лише на 28 добу. Вміст гемоглобіну збільшився відповідно на 9,7 % і 8,3 %, кількість лейкоцитів зменшилась на 15,3 % і 20,6 %, паличкоядерних нейтрофілів – на 37,0 % і 42,3 %, сегментоядерних нейтрофілів – на 11,5 % і 16,1 %. Застосування еймеріостатиків у поросят, уражених ізоспорозом (спричиненим *Isoospora suis*) та криптоспоридіозом (спричиненим *Cryptosporidium* spp.), має значний вплив на параметри їхньої крові і допомагає контролювати захворювання. Вони використовуються для контролю та зниження паразитарного навантаження, тим самим полегшуючи клінічні симптоми захворювання.

Ключові слова: морфологія, ізоспороз, криптоспоридіоз, поросята, кров.

Бібліографічний опис для цитування: Богач О. М., Богач М. В. Вплив еймеріостатиків на морфологічні показники крові поросят за змішаного перебігу ізоспорозу і криптоспоридіозу. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 70–74.

Вступ

Протозоози є основними біологічними перешкодами для успішного вирощування свиней, але їх часто не беруть до уваги, оскільки клінічні симптоми рідко виявляються. У свиней паразити викликають зниження щоденного споживання корму на 5 % та середньодобового приросту на 31 %, а також, у середньому, на 17 % більший коефіцієнт конверсії корму, порівняно з не інвазованими свиньями на відгодівлі [1, 2].

Вплив паразитів на організм свиней залежить від інтенсивності зараження, віку, резистентності хазяїна, умов утримання, годівлі та інших екологічних факторів. Втрати, викликані паразитарними захворюваннями у тваринництві по всьому світу є значними [3].

Більшість паразитів здатні пригнічувати імунну систему хазяїна. Один із таких методів – це повне пригнічення імунної системи. Імуносупресія може відбуватися різними способами. Повне неспецифічне зниження імунітету підвищує чутливість організму хазяїна до бактеріальних, вірусних і паразитарних хвороб [4].

Взаємовідносини паразита і хазяїна – складний процес, який залежить від різних факторів генетичної і негенетичної природи і супроводжується виникненням фізіологічних, морфологічних та імунологічних адаптацій [5].

Паразитоценоз кишечника є найбільш багатий і різноманітний. У ньому локалізуються різні види бактерій, патогенних грибів, найпростіших і гельмінтів. Усі ці організми знаходяться в певних взаємовідносинах не лише з хазяїном, але й між собою. Наявні взаємовідносини можуть бути як антагоністичними, так і синергічними [6].

Серед багатьох патогенів, які викликають діарею у поросят-сисунів та свиноматок, провідну роль відіграють кокцидіозні інвазії, зокрема *Iso spor a suis*, *Eimeria* spp. і *Cryptosporidium* spp. [7].

У свиней в Північному Причорномор'ї реєструють п'ять видів найпростіших: *Eimeria* spp., *Cystoisospora suis* (syn. *Iso spor a suis*), *Balantidium coli*, *Cryptosporidium* spp. і *Blastocystis* spp. У великих господарствах протозоози реєстрували у 31,1 % свиней різних вікових груп, у середніх господарствах – у 49,0 % свиней, у малих господарствах – у 58,8 % [8].

Свині всіх вікових груп можуть виділяти ооцисти після зараження і, зазвичай, тільки у поросят-сисунів протягом перших тижнів життя розвиваються типові ураження кишечника та ознаки захворювання, що пов'язане з функціональною незрілістю імунної системи [9].

Імунна система свиней при народженні ще не до кінця сформована і клітини починають виробляти антигени раніше, ніж лімфоцити можуть на них реагувати [10].

Паразитування ізоспор і криптоспоридій в організмі тварин викликає зміни біохімічного складу сироватки крові поросят. Зміни відбуваються в результаті тимчасових алергічних імунних відповідей на протозоози та бактеріальні антигени [11].

У свиней, уражених *Cystoisospora suis* реєструють нейтрофільний лейкоцитоз зі зрушенням вліво та лімфопенію, підвищення сироваткового рівня сечовини, креатиніну, АсАТ (94 Од/л; норма: 23–50 Од/л), ГЛДГ (2,7 Од/л; норма: 0,3–2,1 Од/л) та гіпоальбумінемію 16,2 г/л; норма: 23–42 г/л), альбумін/глобуліновий коефіцієнт склав 0,51 при нормі 0,68–1,4 [12].

На опосередкування патологічних наслідків *Cryptosporidium parvum* нейтрофіли мають мінімальний вплив. Інвазування новонароджених поросят *C. parvum* спричиняє значну атрофію ворсинок, діарею, перекисне окислення ліпідів слизової оболонки та рекрутування нейтрофілів у власну пластинку слизової [13].

При дослідженні гематологічних та біохімічних показників крові при паразитарних та бактеріальних захворюваннях поросят реєструють зниження концентрації загального білка та рівня глобулінів з лейкоцитозом, нейтрофілозом та еозинофілією [14].

Слід зазначити, що при хронічних паразитарних захворюваннях насамперед страждають кровотворна, антиоксидантна та імунна системи. Це відбувається тому, що паразити викликають значні зміни не тільки в структурі уражених органів, але й через свої токсини змінюють метаболічні процеси в організмі [15].

Для забезпечення ефективного контролю над паразитами необхідно здійснювати моніторинг результативності заходів боротьби [16].

Еймеріостатики використовуються для контролю та зниження паразитарного навантаження, що сприяє полегшенню клінічних симптомів хвороби [17].

Для профілактики кокцидіозу у поросят широко використовується толтразурил і він є єдиним профілактичним засобом, який дозволений у Європейському Союзі [18].

Застосування азитроміцину в поєднанні з нітазоксанідом у поросят, інвазованих *Cryptosporidium suis*, сприяє значному клінічному покращенню, але не забезпечує повного виведення ооцист, хоча й викликає тимчасове зниження їх виділення [19].

Науковцями Одеської дослідної станції ННЦ «ІЕ-КВМ» був розроблений препарат Ампролев-плюс, який у своєму складі містить імуностимулятор [20].

При з'ясуванні його ефективності за змішаного еймеріозу і криптоспоридіозу телят встановили, що екстенсивність за еймеріозу становила 90 %, за криптоспоридіозу – 100 % [21].

Після застосування препарату Ампролев-плюс морфологічні і біохімічні показники крові телят за змішаного перебігу еймеріозу і криптоспоридіозу наблизились до показників контролю на 15 добу, тоді як при застосуванні бровітакоксиду – на 15–25 добу [22, 23].

Таким чином, застосування еймеріостатиків у поросят, уражених ізоспорозом (спричиненим *Iso spor a suis*) та криптоспоридіозом (спричиненим *Cryptosporidium* spp.), має значний вплив на параметри їхньої крові і допомагає контролювати захворювання. Ці препарати призначені для контролю

та зменшення паразитарного навантаження, тим самим полегшуючи клінічні симптоми захворювання.

Мета дослідження

Метою досліджень було з'ясувати вплив еймеріостатиків Турилу 5 %, Бровітакоксиду і Ампролеву-плюс на морфологічні показники крові поросят за змішаного перебігу ізоспорозу і криптоспоридіозу.

Матеріали і методи

Лікування поросят, уражених ізоспорозом і криптоспоридіозом проводили у господарстві ДП «ЕБ «Дачна» СГІ-НЦНС» Одеського району Одеської області. За принципом аналогів було сформовано три дослідні групи поросят, інвазовані *Isospora suis* і *Cryptosporidium* spp. (n=9) і контрольну групу – не інвазовані (n=5).

Поросятам з першої дослідної групи з лікувальною метою застосовували препарат Турил 5 % у вигляді суспензії для перорального застосування (ТОВ «Ветсинтез», м. Харків, Україна).

Поросятам з другої дослідної групи з лікувальною метою застосовували препарат Бровітакоксид у вигляді порошку (ТОВ «Бровафарма», м. Бровари, Україна).

Поросятам з третьої дослідної групи з лікувальною метою застосовували препарат Ампролев-плюс у вигляді порошку (експериментальний зразок) (ОДС ННЦ «ІЕКВМ», м. Одеса, Україна).

Протистоцидні препарати тваринам дослідних груп застосовували відповідно до настанов виробника.

Поросят контрольної групи у період дослідження лікувальної обробці не піддавали.

Контроль ефективності дії еймеріостатиків проводили за морфологічними показниками крові. Для дослідження кров у поросят відбирали до застосування препаратів та на 7, 14 і 28 доби після лікування.

Кількість еритроцитів та лейкоцитів підраховували у камері Горяєва, концентрацію гемоглобіну в крові визначали гемігلوبінціанідним методом за допомогою спектрофотометра. Лейкограму виводили шляхом підрахунку окремих лейкоцитів у фіксованих мазках, пофарбованих за Романовським-Гімза [24].

Одержані результати піддавали статистичній обробці за допомогою прикладного програмного комплексу «Microsoft Office Excel 2019», визначали середньоарифметичну величину (M), її похибку (m), результати вважали вірогідними за $P \leq 0,05$.

Результати та їх обговорення

За результатами попередніх досліджень встановлено, що екстенсивність за змішаного перебігу ізоспорозу і криптоспоридіозу поросят Турилу 5 % за ізоспорозу складала 100 %, а за криптоспоридіозу лише 44,4 %. Ефективність Бровітакоксиду була 100 % за ізоспорозу і 88,9 % за криптоспоридіозу, тоді як Ампролев-плюс проявив 100 % ефективність як за ізоспорозу, так і за криптоспоридіозу поросят [25].

До лікування у крові інвазованих поросят вміст гемоглобіну був в середньому на 7,9 % меншим, порівняно до контролю (рис. 1).

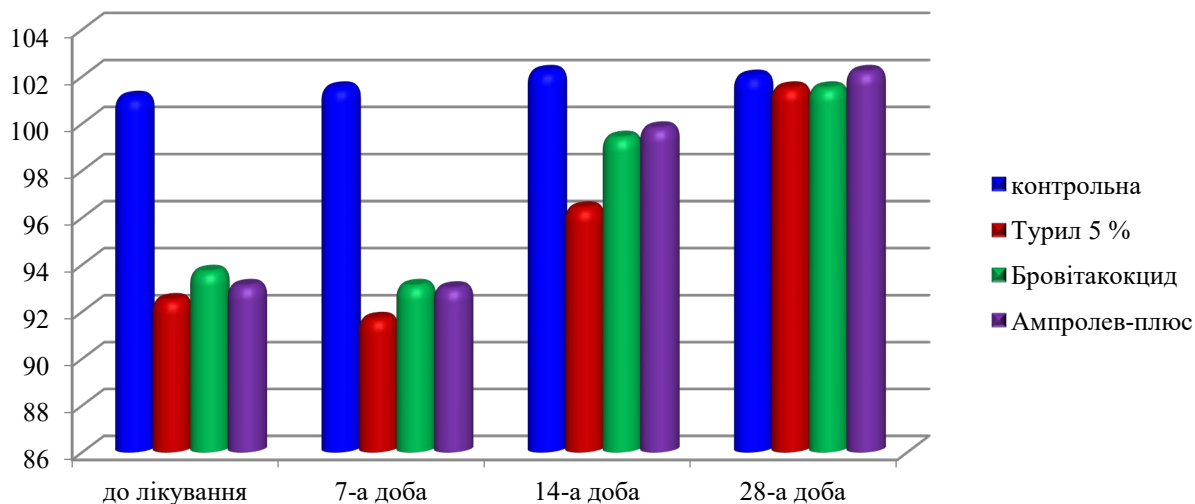


Рис. 1. Динаміка зміни вмісту гемоглобіну в крові поросят за змішаного перебігу ізоспорозу і криптоспоридіозу після лікування протистоцидними препаратами

На 7 добу після застосування еймеріостатиків показники залишалися майже на такому ж рівні як і до лікування – від $93,0 \pm 1,1$ г/л до $91,7 \pm 0,2$ г/л. Вже на 14 добу після лікування Турилом 5 % вміст гемоглобіну вірогідно ($p < 0,001$) збільшився лише на 4,2 %, після лікування Бровітакоксидом – на 6,1 %, а після лікування Ампролево-плюс показник збільшився на 7,2 %. На 28 добу досліджень

в усіх групах показник гемоглобіну наблизився до показника у контрольній групі поросят – $102,0 \pm 0,5$ г/л.

Кількість лейкоцитів у контрольній групі поросят до лікування становила $13,7 \pm 1,4$ Г/л, тоді як у дослідних групах інвазованих поросят показник був дещо більшим і коливався в межах від $16,3 \pm 0,2$ Г/л до $17,1 \pm 0,3$ Г/л (рис. 2).

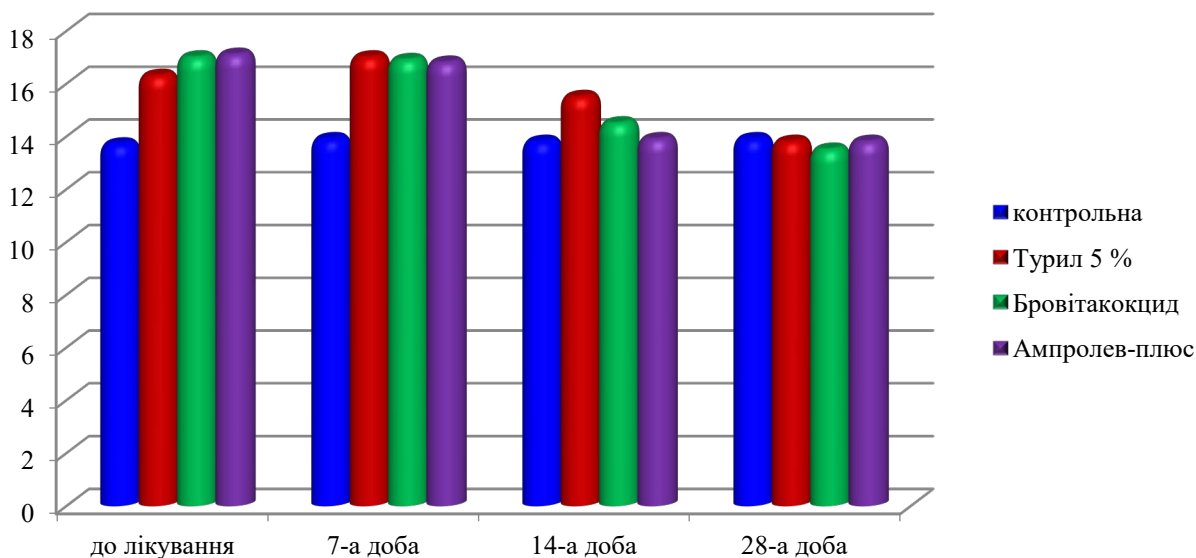


Рис. 2. Динаміка зміни кількості лейкоцитів в крові поросят за змішаного перебігу ізоспорозу і криптоспоридіозу після лікування протистоцидними препаратами

На 7 добу після лікування кількість лейкоцитів у дослідних групах поросят була ще на такому ж високому рівні і коливалася від $16,8 \pm 1,2$ Г/л до $17,0 \pm 0,5$ Г/л.

На 14 добу після лікування Турилом 5 % кількість лейкоцитів вірогідно зменшилася на 4,9 % ($p < 0,05$) і становила $15,5 \pm 0,6$ Т/л, порівняно до лікування ($16,3 \pm 0,2$ Г/л). Після лікування Бровітакокцидом показник вірогідно ($p < 0,001$) знизився на 14,7 % і становив $14,5 \pm 0,5$ Г/л, порівняно до лікування ($17,0 \pm 0,1$ Г/л) і майже наблизився до показника у контрольній групі поросят $13,8 \pm 0,9$ Г/л. Після лікування Ампролеву-плюс кількість лейкоцитів наблизилася до показника у клінічно здорових поросят ($13,8 \pm 0,9$ Г/л) і становила $13,9 \pm 0,5$ Г/л ($p < 0,001$).

На 28 добу після лікування у всіх дослідних групах поросят кількість лейкоцитів була на рівні як у клінічно здорових ($13,9 \pm 1,0$ Г/л) і становила $13,5 \pm 0,9$ Г/л – $13,8 \pm 0,9$ Г/л.

Кількість еритроцитів у дослідних групах поросят до лікування була на рівні $3,9 \pm 0,3$ Т/л – $4,0 \pm 0,1$ Т/л. Після застосування Турилу 5 % і Бровітакокциду показник наблизився до показника у контрольній групі ($4,6 \pm 0,1$ Т/л) на 28 добу і становив $4,5 \pm 0,2$ Т/л ($p < 0,05$), тоді як після застосування Ампролеву-плюс кількість еритроцитів вже на 14 добу становила $4,5 \pm 0,1$ Т/л.

У лейкограмі, після застосування Ампролеву плюс, відновлення паличкоядерних ($1,6 \pm 0,2$ %, $p < 0,05$) і сегментоядерних нейтрофілів ($31,5 \pm 1,1$ %, $p < 0,05$) реєстрували на 14 добу, а після застосування Турилу 5 % і Бровітакокциду – на 28 добу.

До лікування у інвазованих поросят з дослідних груп реєстрували лімфопенію, тобто імунодефіцитний стан. Кількість лімфоцитів була в межах $54,0 \pm 1,2$ % – $54,7 \pm 1,6$ %, тоді як у клінічно здорових показник становив $58,9 \pm 3,1$ %. Підвищення показника після застосування Ампролеву плюс реєстрували на 14 добу після лікування за рахунок вмісту в препараті імуностимулятора, тоді як при

застосуванні Турилу 5 % і Бровітакокциду кількість лімфоцитів відновилися на 28 добу.

Також у інвазованих поросят до лікування реєстрували моноцитопенію з показниками від $5,2 \pm 0,1$ % до $5,4 \pm 0,2$ %, тоді як у контрольній групі поросят показник становив $8,0 \pm 0,5$ %. Кількість моноцитів збільшилася на 14 добу після застосування Ампролеву плюс ($7,2 \pm 0,1$ %, $p < 0,05$) і Бровітакокциду ($7,4 \pm 0,9$ %, $p < 0,05$) і наблизилася до показників у контрольній групі поросят – $7,5 \pm 0,2$ %.

З'ясування лейкоцитарного індексу інтоксикації є невід'ємною ланкою при вивченні патогенезу і дослідження патологічних процесів. У клінічно здорових поросят ЛІІ становив $0,84$ ум.од., тоді як у інвазованих показник становив $1,36$ – $1,42$ ум.од. Відповідно як відновлювалися морфологічні показники крові формувалася коефіцієнт лейкоцитарного індексу інтоксикації.

Після лікування Ампролеву плюс і Бровітакокцидом ЛІІ вже на 14 добу становив $0,91$ ум.од. і $0,93$ ум.од. відповідно, тоді як після застосування Турилу 5 % – $1,10$ ум.од. На 28 добу показник ЛІІ після застосування Турилу 5 % становив $0,92$ ум.од., Бровітакокциду і Ампролеву плюс – $0,85$ ум.од., тоді як у контрольній групі – $0,84$ ум.од.

Висновки

Використання еймеріостатиків призводить до тенденції покращення стану організму, що підтверджується змінами в морфологічному складі крові поросят. Проте найбільш виражені зміни та в найкоротші терміни (на 14-ту добу лікування) спостерігалися у тварин, яким застосовували препарат Ампролев-плюс. Вміст гемоглобіну збільшився на 7,2 %, кількість лейкоцитів зменшилась на 19,3 %, паличкоядерних нейтрофілів – на 42,3 %, сегментоядерних нейтрофілів – на 16,4 %. Підвищення кількості лімфоцитів на 9,1 % відбулося за рахунок вмісту в препараті імуностимулятора.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується з'ясувати вплив еймеріостатиків на біохімічні показники сироватки крові поросят за з мішаного перебігу ізоспорозу і криптоспоридіозу.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Ózsvári, L. (2018). Production impact of parasitisms and coccidiosis in swine. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 7 (5), 217–222. <https://doi.org/10.15406/jdvar.2018.07.00214>
2. Kipper, M., Andretta, I., Monteiro, S. G., Lovatto, P. A., & Lehnen, C. R. (2011). Meta-analysis of the effects of endoparasites on pig performance. *Veterinary Parasitology*, 181 (2-4), 316–320. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.04.029>
3. Symeonidou, I., Tassis, P., Gelasakis, A. I., Tzika, E. D., & Papadopoulos, E. (2020). Prevalence and risk factors of intestinal parasite infections in Greek swine farrow-to-finish farms. *Pathogens*, 9 (7), 556. <https://www.mdpi.com/2076-0817/9/7/556/pdf>
4. Maizels, R. M., & Yazdanbakhsh, M. (2003). Immune regulation by helminth parasites: cellular and molecular mechanisms. *Nature Reviews Immunology*, 3 (9), 733–744. <https://doi.org/10.1038/nri1183>
5. Shevchuk, T. I. (2013). Principles of relationships in the host-parasite system. *Herald of Problems of Biology and Medicine*, 2 (100), 39–43.
6. Bogach, M. V., & Bogach, T. V. (2013). Problem parasitosis of productive poultry, means of their chemotherapy and prevention. *Veterinary Medicine*, 97, 374–376. Retrieved from: http://jvm.kharkov.ua/sbornik/97/7_150.pdf
7. Karamon, J., Ziomko, I., & Cencek, T. (2007). Prevalence of *Isoospora suis* and *Eimeria* spp. in suckling piglets and sows in Poland. *Veterinary Parasitology*, 147 (1-2), 171–175. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.03.029>
8. Bohach, O., Bogach, M., Panikar, I., Antipov, A., & Goncharenko, V. (2023). Prevalence of intestinal protozoa in pigs of Northern Black Sea Region, Ukraine. *World Veterinary Journal*, 13 (2), 310–317. <https://dx.doi.org/10.54203/scil.2023.vwj33>
9. Gabner, S., Worliczek, H. L., Witter, K., Meyer, F. R. L., Gerner, W., & Joachim, A. (2014). Immune response to *Cystoisospora suis* in piglets: local and systemic changes in T-cell subsets and selected mRNA transcripts in the small intestine. *Parasite Immunology*, 36 (78), 277–291. <https://doi.org/10.1111/pim.12116>
10. Becker, B. A., & Misfeldt, M. L. (1993). Evaluation of the mitogen-induced proliferation and cell surface differentiation antigens of lymphocytes from pigs 1 to 30 days of age. *Journal of Animal Science*, 71 (8), 2073–2078. <https://doi.org/10.2527/1993.7182073x>
11. Bailey, M., Plunkett, F. J., Rothkötter, H. J., Vega-Lopez, M. A., Haverson, K., & Stokes, C. R. (2001). Regulation of mucosal immune responses in effector sites. *Proceedings of the Nutrition Society*, 60 (4), 427–435. <https://doi.org/10.1079/pns2001118>
12. Basso, W., Marti, H., Hilbe, M., Sydler, T., Stahel, A., Bürgi, E., & Sidler, X. (2017). Clinical cystoisosporosis associated to porcine cytomegalovirus (PCMV, *Suid herpesvirus 2*) infection in fattening pigs. *Parasitology International*, 66 (6), 806–809. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2017.09.007>
13. Zadrozny, L. M., Stauffer, S. H., Armstrong, M. U., Jones, S. L., & Gookin, J. L. (2006). Neutrophils do not mediate the pathophysiological sequelae of *Cryptosporidium parvum* infection in neonatal piglets. *ASM Journals Infection and Immunity*, 74(10). <https://doi.org/10.1128/iai.00153-06>
14. Kalai, K., Nehete, R. S., Ganguly, S., Ganguli, M., Dhanalakshmi, S., & Mukhopadhyay, S. K. (2012). Investigation of parasitic and bacterial diseases in pigs with analysis of hematological and serum biochemical profile. *Journal of Parasitic Diseases*, 36 (1), 129–134. <https://doi.org/10.1007/s12639-011-0068-x>
15. Worliczek, H. L., Buggelsheim, M., Saalmüller, A., & Joachim, A. (2007). Porcine isosporosis: Infection dynamics, pathophysiology and immunology of experimental infections *Wiener Klinische Wochenschrift*, 119 (3), 33–39 <https://doi.org/10.1007/s00508-007-0859-3>
16. Hinney, B., Cvjetković, V., Espigares, D., Vanhara, J., Waehner, C., Ruttkowski, B., & Selista, R. (2020). *Cystoisospora suis* control in Europe is not always effective. *Frontiers Veterinary Science*, 7, 113. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00113>
17. Kaplan, R. M., Denwood, M. J., Nielsen, M. K., Thamsborg, S. M., Torgerson, P. R., Gilleard, J. S., Dobson, R. J., Vercruyse, J., & Levecke, B. (2023). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count reduction test in ruminants, horses and swine. *Veterinary Parasitology*, 318, 109936. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109936>
18. Gong, Q. L., Zhao, W. X., Wang, Y. C., Zong, Y., Wang, Q., & Yang, Y. (2021). Prevalence of coccidia in domestic pigs in China between 1980 and 2019: a systematic review and meta-analysis. *Parasit Vectors*, 14 (1), 248. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04611-x>
19. Lee, S., Harwood, M., Girouard, D., Meyers, M. J., Campbell, M. A., & Beamer, G. (2017). The therapeutic efficacy of azithromycin and nitazoxanide in the acute pig model of *Cryptosporidium hominis*. *PloS One*, 12 (10), e0185906. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185906>
20. Bogach, M. V., Stegnyy, B. T., Bondarenko, L. V., & Skalchuk, V. V. (2017). Patent No 119843 UA. Drug for the treatment of eimeriosis and cryptosporidiosis of animals "Amprolev-plus". Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/755953/>
21. Skalchuk, V. V., & Bogach, M. V. (2018). Comparative evaluation of the effectiveness of brovitacoccide and Amprolev-plus in the mixed course of cryptosporidiosis and eimeriosis in calves. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine*, 1 (42), 133–135.
22. Skalchuk, V. V., Bogach, M. V., & Pivovarova, I. V. (2019). Effect of eimerostats on biochemical and immunological indices of calves' blood serum during a mixed course of cryptosporidiosis and eimeriosis. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 20 (2), 276–282. <https://doi.org/10.36359/scivp.2019-20-2.35>
23. Bogach, M. V., Skalchuk, V. V., & Bondarenko, L. V. (2020). The effect of drugs on the morphological indicators of the blood of calves with mixed cryptosporidiosis and eimeriosis. *Veterinary Medicine*, 106, 99–101. <https://doi.org/10.36016/VM-2020-106-18>
24. Vlizlo, V. V., (red). (2012). *Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine: reference book*. Lviv: SPOLOM.
25. Bohach, O. M., & Bogach, M. V. (2024). Effectiveness of treatment of spontaneous mixed course of isosporosis and cryptosporidiosis in piglets. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 25 (1), 24–29. <https://doi.org/10.36359/scivp.2024-25-1.03>

ORCID

- O. Bohach  <https://orcid.org/0000-0001-5487-7033>
M. Bogach  <https://orcid.org/0000-0002-2763-3663>



2024 Bohach O. and Bogach M. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Prevalence of *Passalurus ambiguus* in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Karbala province, Iraq

F. Alali¹ | M. Jawad² | A. Sh. M. Alhesnawi³ | A. Alshimry²

Article info

Correspondence Author

F. Alali

E-mail:

firmas.o@uokerbala.edu.iq

¹ University of Kerbala,
College of Veterinary
Medicine,
56001, Karbala, Iraq

² University of Kerbala,
College of Sciences,
56001, Karbala, Iraq

³ University of Kerbala,
College of Applied Medical
Sciences,
56001, Karbala, Iraq

Citation: Alali, F., Jawad, M., Alhesnawi, A. Sh. M., & Alshimry, A. (2024). Prevalence of *Passalurus ambiguus* in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Karbala province, Iraq. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 75–79. doi: 10.31210/spi2024.27.03.12

Commercial rabbit farming is primarily focused on the production of rabbit meat, although the presence of gastrointestinal disorders can impede their productivity. Endoparasites significantly contribute to the development of several diseases in rabbits, leading to higher rates of illness and death. *Passalurus ambiguus* is a widely distributed nematode that commonly infects the intestines of rabbits and hares. Parasitic disease can have a substantial economic impact on the industry by reducing the commercial value of rabbit meat and skins, impeding growth and development, and leading to mortality. This study aims to examine the frequency of gastrointestinal parasites in domestic rabbits that are bred in Karbala province, Iraq. Throughout the trial, fecal samples were collected from a randomly selected group of 48 live rabbits. The feces are collected directly from the anus of each living animal. The samples were tested and the presence of eggs and nematodes was detected in the infected samples. Analysis of samples was carried out at the Parasitology Laboratory, college of Veterinary Medicine, Kerbala university, using the flotation technique. Feces from 48 rabbits (ages 1-2) years. The feces are taken out of each animal directly from the anus. Upon testing, it was found that 16 out of 48 fecal samples, accounting for a prevalence of 33.33 %, were infected with at least one nematode. Chi-square (χ^2) statistics. Age and genders are not statistically significant at P values ≥ 0.05 . This study identified the presence of *Passalurus ambiguus* in rabbits of varying ages residing in Karbala region, Iraq, including both male and female domestic rabbits. Determining the age and gender of rabbits affected by passalurosis would enable the management of the infection level in these animals. Regular use of a consistent and dependable diagnostic method is essential in industrial rabbit farms to detect and monitor gastrointestinal parasite illnesses. Gastrointestinal parasites continue to be significant health issues that lead to the mortality of rabbit litters in production. Stress and a reduction in immune response may be crucial factors driving this phenomenon.

Keywords: *Passalurus ambiguus*, Rabbit, Iraq.

Поширення *Passalurus ambiguus* серед домашніх кролів (*Oryctolagus cuniculus*) у провінції Кербела, Ірак

Ф. Алалі¹ | М. Джавад² | А. Ш. М. Алхеснаві³ | А. Алшімрі²

¹ Коледж ветеринарної
медицини Університету
Кербали,
провінція Кербела, Ірак

² Науковий коледж
університету Кербали,
провінція Кербела, Ірак

³ Коледж прикладних
та медичних наук
Університету,
провінція Кербела, Ірак

Сучасне промислове кролівництво орієнтоване на отримання м'ясної продукції від кролів. Слід зазначити, що наявність у кролів шлунково-кишкових розладів є чи не першою проблемою, яка істотно знижує продуктивність цих тварин. Ендопаразитарні захворювання сприяють появі у кроликів супутніх захворювань, або ж значною мірою ускладнюють перебіг вже наявних, що найчастіше призводить до необоротних змін в організмі тварин та досить високого рівня летальних випадків. *Passalurus ambiguus* – надзвичайно поширений гельмінтоз, викликаний нематодою, що зазвичай вражає товстий відділ кишечника кроликів і зайців. Захворювання домашніх кролів на пасалуроз має суттєвий економічний вплив на галузь, за інвазування кролів *P. ambiguus* тварини відстають у рості та розвитку, зменшується комерційна цінність кролячого м'яса та отримувана шкіряна сировина, подекуди хворий молодняк гине. Це дослідження спрямоване на вивчення поширення шлунково-кишкових паразитів у домашніх кроликів, яких розводять у провінції Кербела, Ірак. Проведений аналіз зразків від кролів у віці від 1-го до 2-х років, що здійснювався в умовах лабораторії паразитології Ветеринарного коледжу університету Кербела, засвідчив значне поширення пасалурозу серед досліджуваного поголів'я кролів. Встановлено, що екстенсивність пасалурозної інвазії в умовах кролівничих господарств провінції Кербела становила 33,33 %. Визначено, що вік і стать не є статистично значущими при значеннях $P \geq 0,05$. Отже, проведеним дослідженням визначено наявність у домашніх кроликів (*Oryctolagus cuniculus*) нематоди *Passalurus ambiguus*. При цьому встановлено, що хвороба реєструється у тварин як різного віку, так й статі. Проведений аналіз має як теоретичну, так й практичну цінність, адже визначення вікової та сезонної динамік за пасалурозної інвазії у кроликів дозволить контролювати рівень інвазії.

Ключові слова: *Passalurus ambiguus*, кролі, Ірак

Бібліографічний опис для цитування: Алалі Ф., Джавад М., Алхеснаві А. Ш. М., Алшімрі А. Поширення *Passalurus ambiguus* серед домашніх кролів (*Oryctolagus cuniculus*) у провінції Кербела, Ірак. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 75–79.

Introduction

Domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus* var. *domesticus*) produced from wild industry, it was domesticated in past and cultivated to production meat and fur [10]. Domestic rabbits are reared commercially for their meat while intestinal infections can disturb their production [21]. Wild rabbits and hares are representing a natural hosts or carriers of many parasitic nematodes and bacterial zoonotic infections [4]. One of the most common nematodes is *Passalurus ambiguus*, a pinworm parasite, infects both wild and domestic rabbits, hares, and rodents globally [1, 26]. It characterized by cosmopolitan, focused in the extensions and large intestine. The disease called (Passaluriasis or Passalurosis) is still a significant effect in modern rabbit breeding, due to the infection is highly contagious and spreading causing abnormal economic losses [12, 13, 26].

The dissemination of nematodes is due to the specificity of the life cycle of parasites, and this feature in the lifestyle nematode was accompanied by the many of biological adaptations that expedite the nematodes existence, evolution and proliferation in different environments [26].

Passalurus ambiguus and *Eimeria* spp. are the more commonly confirmed gastrointestinal parasites. *P. ambiguus* is regarded non-pathogenic for adult rabbits, while more pathogenic in youngsters can cause a heavy infection leading to the enteritis [19]. Other clinical signs in rabbit farm in Greece were reported: itching around the anus, digestion disorders, loss of weight, diarrhea, weight loss, depression, ruffled furs, in appetite, dehydration, and in severe cases, death, while, infected rabbits were recorded to be moderately to heavily infestation with *P. ambiguus* [22].

A significant spread of passaluriasis is assisted by the progressing coprophagy, which is a frequent physiological procedure in rabbits. Particularly, female nematodes can lay eggs around the anus on the skin [12]. Coprological method or other diagnostic technique should be used continuously in rabbit farms to discover gastrointestinal parasitic [22]. Other study in the local animals market in Al-Diwaniyah province, Iraq, in wild rabbits *Oryctolagus cuniculus* was explained the important role of rabbits in the transfer of ecto-endoparasites as a reservoir and/or a vector host. Of 55 samples of wild rabbits, 18 rabbits are infected with *P. ambiguus* (32.73 %).

A significant role of rabbits in the dissemination of parasites and possibility infection of humans and other animals [16]. In Mosul, Iraq, mixed infection was more frequent during examination 23/30 (76.6 %) of domestic rabbits, with prevalence of nematodes was 52.1 % [2].

The purpose of the study

This study aims to examine the frequency of gastrointestinal parasites in domestic rabbits that are bred in Karbala province, Iraq.

Materials and methods

The samples have been collected continuously every week 01.09.2023–30.10.2023. Fourty eight live rabbits are found in local markets in Karbala province, Iraq.

During the sampling all animals are examined alone for ectoparasites or other infections. Feces from 48 rabbits (ages 1-2) years. The feces are taken out of each animal directly from the anus. Then, after sampling the materials are transferred to lab of veterinary parasitology, college of veterinary medicine, university of Kerbala. The materials were examined for the presence of nematodes from the infected animals.

Using a faecal flotation technique [22].

Faecal samples were analyzed by flotation method for separating and detecting concentrating egg of parasites. About (3-4 g) of faecal samples were investigate by flotation method [17]. Using a density hydrometer, 800 ml of distilled water and 210 g of NaCl were combined to create the flotation solution, which had a specific gravity of 1.2–1.3. Using a vortex, each sample was thoroughly homogenized with 15 ml of the sodium chloride solution in 50 ml preparation tubes (sealing caps included). A strainer was used to filter the suspension into a 12 ml centrifuge tube, which was then filled and centrifuged at 300 g for 8 to 10 minutes. After that, flotation solution was poured into the tube to create a convex meniscus at the top. After ten minutes, a coverslip was gently pressed against the meniscus, removed, and put on a glass slide for microscopic inspection. The prevalence of infection was calculated according to [15].

Statistical analysis: The Chi-square (χ^2) test was used between all results. $P \leq 0.05$ were considered significant statistically.

Results and discussion

Among 48 domestic rabbits used in this study 16 (33.33 %) as a total prevalence. The infection in male 9 (56.3 %) while in female 7 (43.8 %) were infected to at least one of the parasitic nematode. There are no Significant effects were observed between males and females ($P \geq 0.05$), (*Table 1; Figs. 1*).

Table 1
Prevalence and relation with Sex

Infected * sex Crosstabulation				
Parameters		sex		total
		male	female	
Non-infected	N	14	18	32
	%	43.8	56.3	100.0
Infected	N	9	7	16
	%	56.3	43.8	100.0
Total	N	23	25	48
	%	47.9	52.1	100.0

$\chi^2 = 0.668$ Sig = 0.414

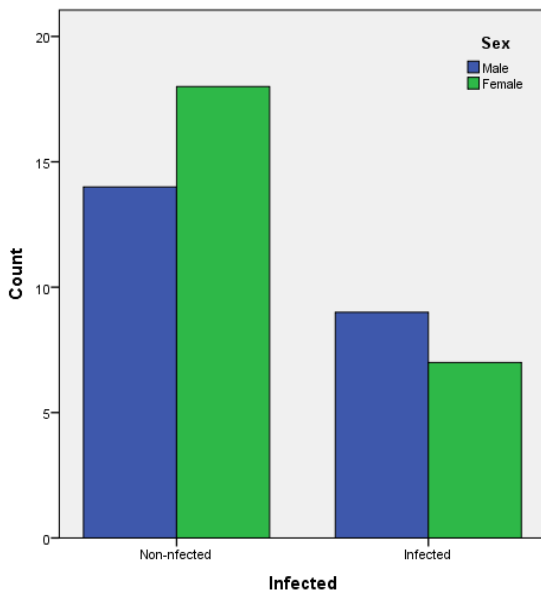


Fig. 1. Relation and distribution of sex with infection

The nematode has been detected males and females. The morphologic features are detected in both genders. Females are characterized by larger than males. Both of them have mouth, esophagus with cylindrical form and two bulbous and narrow region between bulbous and Intestine.

Among infected rabbits in Karbala province, Iraq, were detected by coprological parasitological analysis as easy, simple, less cost and less of time. There are two group of ages; first group (1year) and second group (2 years). The infection rate in one year was 10 (31.3 %); while infection rate in (two years) was 6 (37.5 %). There are no Significant effects were observed between ages ($P \geq 0.05$) (Table 2; Figs. 2).

Table 2

Prevalence of infection with Ages

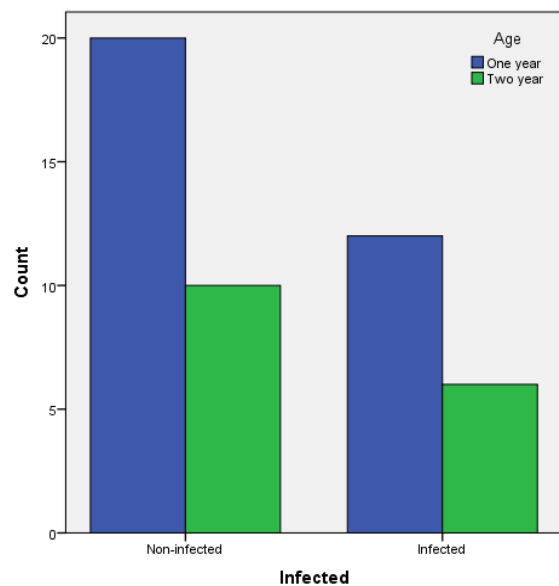
Parameters	Infected		Total	
	non-infected	infected		
Age	N	22	10	32
	%	68.8	31.3	100.0
2 year	N	10	6	16
	%	62.5	37.5	100.0
Total	N	32	16	48
	%	66.7	33.3	100.0

$\chi^2 = 0.188$ Sig = 0.665

Rabbits are one of the more usually laboratory animals, employed all around the world in experiments to assess various biological examinations [20]. Helminthiasis is a parasitic nematode infection that has resulted in financial loss and involves certain risk factors [11]. Passalurosis of rabbits is a prevalent disease among helminthiasis of domestic rabbits in all over the world [26].

In this study, the total prevalence was (33.33 %). This agreement with other studies are reported (*Passalurus ambiguous* 18/55 (32.73 %) of wild rabbits from both genders with various ages from the local market in Al-Diwaniyah province, Iraq [16]. Other study refer to the

prevalence was 65/195 (33.2 %) in rabbits of the German Uriah breed from a farm in Făget, Timiș county, Romania, from 288 faecal samples were collected using the flotation method [23]. While in the Poltava region the total prevalence of passalurosis was reach to 29.64 % [14], and disagreement with other studies in Ukraine the total incidence infestation of rabbits passalurosis was (16.87 %) [7]. In Mosul/Iraq [2], who first reported *P. ambiguous*, 12/23 (52.1 %), of 30 of domestic rabbits of both genders at different ages. These differences in prevalences may be related with other factors as number of examined animals, location, examination methods, concurrent infections, genders, ages, geographical area, strains and type of breeding.



Figs. 2. Relation and distribution of age with infection

Although the parasite is localized in the cecum and colon of rabbits, but is cosmopolitan, unlimited spread and highly contagious because the biological features of *P. ambiguous*, such as the characteristic that the greatest possible preservation of parasitic nematodes at exogenous stages of their life cycle [26]. Parasitic diseases are one of the most factors that result in a decline in the rabbit breeding industry's profitability. Infestations can result in financial losses such as decreased fat content and live weight loss in rabbit carcasses, along with a decline in skin quality [14]. One among the most diagnostic methods have been used carpological methods like direct smear and flotation methods for initial diagnosis and identifying of characteristic features. Brustenga et al, 2023 [3] were detected the prevalence of *P. ambiguous* was 20/215 (9.3 %) in fecal pools collected in (eight) various breeding facilities were examined by quantitative and qualitative coprological techniques. In this study we used coprological methods to detect and identify of the parasites in both eggs and adults. Fulleborn flotation technique was used on (100) domestic rabbits raised in Kirikkale and Ankara regions, Turkey. The prevalence of the *P. ambiguous*, was (2 %) [6]. Other study was used flotation method in detect of nematodes on 15 young rabbits and 25 adult rabbits from, Karo Dist rict, Sumatera Utara, Indonesia. The total prevalence was (13.33 %) [25].

While in the present study microscopic direct smear was more useful to detect parasite don't differ from flotation method. Fifty-one domesticated New Zealand White rabbits were analyzed by three copromicroscopic techniques the cellophane tape test 39 (76.5%), 29 (56.9%) the McMaster technique, and 42 (82.3%) the FLOTAC technique [21].

The adults have rounded or spherical (bulbus) at the end of esophagus [19] who used microscopical identification to detect nematodes out of 10 rabbits in Poltava Oblast (Ukraine) by detect A rounded projection (bulbus) near the end of the esophagus is a characteristic shared by mature worms of this species. Additionally, [12], was identifying morphological species by detection not only a spherical bulb in the esophagus but founding of three teeth in the oral capsule. Males have a characteristic structure of the tail end, papillary protrusions and highly narrowed portion with a spicule handle. Females have two different forms short-tailed and long-tailed. In advance of morphological diagnosis in Egypt [9], who described morphologically in 90 out of 200 domestic rabbits. Using light and scanning electron microscope for adult worms and showed a transverse cuticular striations, the dorsal and ventral surface have four papillae and the mouth was surrounded by three teeth and triangular form.

In this study there is no significant differences between genders and among different ages. This study corresponding with studies as [2], who recorded no significant differences showed between genders and ages in Mosul, Iraq. Other researcher from Upper Egypt in domestic rabbits have resulted non-significant ($P>0.05$) of age, sex and breed, these differences refer to younger animals are generally more susceptible to helminthiasis in comparison with adults. These results in this study may be showed the fact of prevalence of contamination with this nematode randomly and may be a risk factor for rabbits breeding and production in addition to economic losses.

In Karo Dist rict, Sumatera Utara, Indonesia. Rabbit feces samples were as 40 rabbits using the flotation method. The results showed that the young animals more risk than adult with prevalence (13.33%) (Tanjung et al., 2019). Other study by [23], in Făget, Timiș county Romania, revealed that juvenile rabbits are more susceptible to nematodic infections with *P. ambiguus* than adult rabbits. The most affected by gastrointestinal parasites were the rabbits ≤ 2 months and ≤ 4 months ($P<0.0001$), in opposition to the other two age groups, 4–6 months and > 12 months, respectively [18] who recorded genders have non-significant between males and females of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in Navarra (northern Spain). In Iran, Non-significant was recorded for genders in nematode infections in animal house among them (rabbits) of Shiraz University of Medical Sciences [24]. Also, in North West of Iran, New Zealand White rabbits from suburbs of Urmia and Tabriz, were recorded non-significant impact of infection rate between male and female rabbits [8]. So that our results in addition to this study believes that may be rabbits play important role in the dissemination of parasites and transfer infection to Human and other animals.

Conclusions

Passalurosis ambiguus infestation is a prevalent nematode disease in rabbit farms in karbala province, with a parasitic infection rate of 33.33% among rabbits. A definitive identification of the pinworm species infecting domestic rabbits has been diagnosed as *P. ambiguus*. The results in the present research refer to prevalence of (*P. ambiguus*) in domestic rabbits Karbala province, Iraq. Gastrointestinal parasites are considering one of the pathogens that cause significant effects on the health of rabbits. Initial and routine continuous diagnosis should be made to control and prevent development of parasitic infection. Many studies should be make on this nematode to identify the prevalence of infection in both domestic and wild rabbits in all of the Iraq.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements

I would like to thank all authors in this field.

Ethical Statement

Ethics required are approved by the Ethical Committee of college of veterinary medicine/ university of Kerbala under acceptance number- UOK.VET.MI.2022.066.

Funding Information





There is no funding.

References

1. Abdel-Gaber, R., Ataya, F., Fouad, D., Daoud, M., & Alzuhairy, S. (2019). Prevalence, morphological and molecular phylogenetic analyses of the rabbit pinworm, *Passalurus ambiguus* Rudolphi 1819, in the domestic rabbits *Oryctolagus cuniculus*. *Acta Parasitologica*, 64 (2), 316–330. <https://doi.org/10.2478/s11686-019-00047-7>
2. D H Al-Moula, I. (2005). Study of some endo and ecto parasites in domestic rabbits in Mosul/ Iraq. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 19 (2), 143–153. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2005.46707>
3. Brustenga, L., Franciosini, M. P., Diaferia, M., Rigamonti, G., Musa, L., Russomanno, B. L., & Veronesi, F. (2023). Parasitological survey in european brown hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) breeding Facilities in Southern Italy. *Pathogens*, 12 (2), 208. <https://doi.org/10.3390/pathogens12020208>
4. Frank, R., Kuhn, T., Mehlhorn, H., Rueckert, S., Pham, D., & Klimpel, S. (2013). Parasites of wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) from an urban area in Germany, in relation to worldwide results. *Parasitology Research*, 112 (12), 4255–4266. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3617-7>
5. Georgieva, K., Yoneva, A., Mizinska-Boevska, Y., & Todev, I. (2005). Ultrastructure of the contact surfaces of *Passalurus ambiguus* (Rudolphi, 1819) (Nematoda). *Acta Biologica Hungarica*, 56 (3–4), 297–303. <https://doi.org/10.1556/abiol.56.2005.3-4.12>
6. Gökpınar, S., Akdeniz, S., & Akkuş, G. N. (2022). Investigation of the prevalence of digestive system parasites in domestic rabbits. *Van Veterinary Journal*, 33 (2), 52–55. <https://doi.org/10.36483/vanvetj.1100361>

7. Gutyj, B., Boyko, O., & Korchan, L. (2023). Epizootological monitoring of rabbit parasitoses on the territory of Ukraine. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25 (109), 3–7. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10901>
8. Hajipour, N., & Zavarshani, M. (2020). Ectoparasites and Endoparasites of New Zealand White Rabbits from North West of Iran. *Iranian Journal of Parasitology*. <https://doi.org/10.18502/ijpa.v15i2.3310>
9. Hussein, N. M., Rabie, S. A. H., Abuelwafa, W. A., & El Din, M. M. M. (2021). Morphological and molecular identification of *Passalurus ambiguus* Rudolphi, 1819 in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Qena Governorate, Upper Egypt. *Journal of Parasitic Diseases*, 46 (2), 511–525. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1101490/v1>
10. White RabbitsIlić, T., Stepanović, P., Nenadović, K., & Dimitrijević, S. (2018). Improving agricultural production of domestic rabbits in Serbia by follow-up study of their parasitic infections. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 19 (4), 290–297.
11. Indrasanti, D., Indradji, M., Sufriyanto, Samsi, M., & Yuwono, E. (2022). Helminthiasis of rabbits on the upland and lowland areas and the risk factors. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1041 (1), 012051. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1041/1/012051>
12. Khorolskyi, A., Yevstafieva, V., Kravchenko, S., Pishchalenko, M., Vakulenko, Y., & Gutyj, B. (2021). Specifics of the morphological identification of the pathogen of passaluriasis of rabbits. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12 (4), 702–709. <https://doi.org/10.15421/022197>
13. Khorolskyi, A., Yevstafieva, V., & Melnychuk, V. (2023). Efficacy of treatment measures for rabbit passalurosis. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 119–123. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.21>
14. Korchan, L., Kulynych, S., Peleno, R., & Mykhailiutenko, S. (2023). Associative invasions of rabbits in farms of the Poltava region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25 (109), 125–129. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10919>
15. Margolis, L., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M., & Schad, G. A. (1982). The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc Committee of the American Society of Parasitologists). *The Journal of Parasitology*, 68 (1), 131. <https://doi.org/10.2307/3281335>
16. Marhoon, I., Mattar, K., & Mohammad, F. (2018). Parasitic infection in wild rabbits *Oryctolagus cuniculus*. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, 13 (5). <https://doi.org/10.29333/ejac/95252>
17. Mehlhorn, H., Düwel, D., & Raether, W. (1993). *Diagnose und therapie der parasitosen von Haus-Nutz-und Heimtieren*. 2 nd Edn. (pp. 1–21). New York.
18. Molina, X., Casanova, J. C., & Feliu, C. (1999). Influence of host weight, sex and reproductive status on helminth parasites of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, in Navarra, Spain. *Journal of Helminthology*, 73 (3), 221–225. <https://doi.org/10.1017/s0022149x99000347>
19. Mykhailiutenko, S. M., Kruchynenko, O. V., Klymenko, O. S., Serdioucov, J. K., Dmytrenko, N. I., & Tkachenko, V. V. (2019). Pathomorphological changes in the large intestine of rabbits parasitised by *Passalurus ambiguus* (Nematoda, Oxyuridae). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10 (1), 69–74. <https://doi.org/10.15421/021911>
20. Pinto, R. M., Gomes, D. C., Menezes, R. C., Gomes, C. T., & Noronha, D. (2004). Helminths of rabbits (Lagomorpha, Leporidae) deposited in the Helminthological Collection of the Oswaldo Cruz Institute. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21 (3), 599–604. <https://doi.org/10.1590/s0101-81752004000300023>
21. Rinaldi, L., Russo, T., Schioppi, M., Pennacchio, S., & Cringoli, G. (2007). *Passalurus ambiguus*: new insights into copromicroscopic diagnosis and circadian rhythm of egg excretion. *Parasitology Research*, 101 (3), 557–561. <https://doi.org/10.1007/s00436-007-0513-z>
22. Sioutas, G., Evangelou, K., Vlachavas, A., & Papadopoulos, E. (2021). Deaths due to mixed infections with *Passalurus ambiguus*, *Eimeria* spp. and *Cyniclomyces gutturalis* in an industrial rabbit farm in Greece. *Pathogens*, 10 (6), 756. <https://doi.org/10.3390/pathogens10060756>
23. Sirbu, B., Florea, T., Sirbu, C., Cireşan, C., Dreghiciu, I., Ghilean, B., Rădulescu, P.A., Hoffman, D., & Dărăbuş, G., (2024). Prevalence of gastrointestinal parasites identified in german giant Rabbits on a farm in timis county. *Lucrări Ştiinţifice*, LVII (1), 86–93.
24. Tanideh, N., Sajadi, S. M., Mohammadzadeh, T., & Mehrbani, D. (2010). Helminthic infections of laboratory animals in animal house of Shiraz University of Medical Sciences and the potential risks of zoonotic infections for researchers. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 2 (2), 151–157.
25. Tanjung, M., & Rangkuti, P. M. (2019). Species and prevalence of rabbit gastrointestinal parasites in Berastagi farm Karo District, North Sumatra, Indonesia. *Proceedings of the International Conference on Natural Resources and Technology*, 193–198. <https://doi.org/10.5220/0008551601930198>
26. Yevstafieva, V., Khorolskyi, A., Kravchenko, S., Melnychuk, V., Nikiforova, O., & Reshetylo, O. (2022). Features of the exogenic development of *Passalurus ambiguus* (Nematoda, Oxyuroidea) at different temperature regimes. *Biosystems Diversity*, 30 (1), 74–79. <https://doi.org/10.15421/012207>

ORCID

- F. Alali  <https://orcid.org/0000-0002-3438-6453>
- M. Jawad  <https://orcid.org/0000-0003-2927-9220>
- A. Sh. M. Alhesnawi  <https://orcid.org/0000-0003-4172-581X>
- A. Alshimry²  <https://orcid.org/0009-0009-0320-1717>



2024 Alali F. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

The effect of chronic kidney disease on the cardiovascular system in dogs: mechanisms of the development of cardiorenal syndrome

V. Zamoshnikov✉

Article info

Correspondence Author
V. Zamoshnikov
E-mail:
vlazmk@gmail.com

State Biotechnological
University,
Alchevskikh Str., 44,
61002, Kharkiv,
Ukraine

Citation: Zamoshnikov, V. (2024). The effect of chronic kidney disease on the cardiovascular system in dogs: mechanisms of the development of cardiorenal syndrome. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 80–88. doi: 10.31210/spi2024.27.03.13

Chronic kidney disease (CKD) is a serious pathology that affects not only the function of the kidneys, but also the cardiovascular system in dogs. Many scientists have investigated the relationship between CKD and the development of cardiorenal syndrome (CRS), which occurs due to the interaction between disorders in the kidneys and the cardiovascular system. In particular, decreased renal function, characterized by increased levels of serum urea nitrogen (BUN) and creatinine, as well as reduced glomerular filtration rate (GFR), contributes to the development of CRS. The article presents a comprehensive review of the effect of chronic kidney disease (CKD) on the cardiovascular system in dogs, emphasizing the mechanisms of the development of cardiorenal syndrome (CRS). Chronic kidney dysfunction has a significant impact on the cardiovascular system, often accompanied by an increased risk of heart failure. The main indicators of decreased renal function in dogs with CKD are increased levels of serum urea nitrogen (BUN) and creatinine, as well as a reduced glomerular filtration rate (GFR). Hyperphosphatemia and impaired calcium metabolism lead to coronary calcification, which further worsens the condition of the cardiovascular system. Anemia, which often accompanies CKD, increases the risk of heart failure due to increased hypoxia and metabolic disorders in the heart. An overview of methods of complex treatment of KRS, including timely diagnosis, electrolyte balance control, management of inflammatory processes and oxidative stress. Established patterns of occurrence Cardiorenal syndrome depending on the procreation of dogs, their sex and weight. The key mechanisms of KRS pathogenesis are considered, including inflammatory processes, oxidative stress and electrolyte imbalance. The contribution of activation of the renin-angiotensin-aldosterone system in chronic kidney disease to the development of cardiac pathologies is described. The article presents the results of regression analysis of CRS risk markers in dogs with CKD, which helps to improve the diagnosis and treatment of this condition. The study examined the relationship between CKD and heart disease in dogs, emphasizing the importance of anemia and electrolyte imbalance in the development of cardiorenal syndrome. The obtained results on the mechanisms of cardiorenal syndrome development in dogs with chronic kidney disease can be useful for further research and effective treatment of this pathological process.

Keywords: chronic kidney disease, cardiovascular system, cardiorenal syndrome, dogs, calcification of coronary vessels, oxidative stress, inflammatory processes, anemia, electrolyte imbalance.

Вплив хронічної хвороби нирок на серцево-судинну систему у собак: механізми розвитку кардіоренального синдрому

В. О. Замошніков

Державний
біотехнологічний
університет, м. Харків,
Україна

Хронічна хвороба нирок (ХХН) є серйозною патологією, що впливає не тільки на функцію нирок, але й на серцево-судинну систему у собак, тому здійснення поглибленого аналізу літературних джерел з метою встановлення впливу хронічної хвороби нирок на серцево-судинну систему у собак та вивчення механізмів розвитку кардіоренального синдрому для поліпшення діагностики і лікування цього стану є актуальним питанням. Багато вчених досліджували взаємозв'язок між ХХН та розвитком кардіоренального синдрому (КРС), який виникає через взаємодію між порушеннями в нирках і серцево-судинній системі. Зокрема, зниження функції нирок, що характеризували підвищеними рівнями сироваткового азоту сечовини (BUN) і креатиніну, а також зниженою швидкістю клубочкової фільтрації (ШКФ), сприяє розвитку КРС. У статті представлено всебічний огляд впливу хронічної хвороби нирок (ХХН) на серцево-судинну систему у собак, підкреслюючи механізми розвитку кардіоренального синдрому (КРС). Хронічна дисфункція нирок має значний вплив на серцево-судинну систему, часто супроводжуючись підвищеним ризиком серцевої недостатності. Основними показниками зниження функції нирок у собак з ХХН є підвищені рівні сироваткового азоту сечовини (BUN) та креатиніну, а також знижена швидкість клубочкової фільтрації (ШКФ). Гіперфосфатемія і порушення метаболізму кальцію призводять до кальцинозу коронарних судин, що додатково погіршує стан серцево-судинної системи. Анемія, яка часто супроводжує ХХН, збільшує ризик розвитку серцевої недостатності через посилення гіпоксії та метаболічних порушень в серці. Зроблено огляд методів комплексного лікування КРС, що включає своєчасну діагностику, контроль електролітного балансу, управління запальними процесами та оксидативним стресом. Встановлено закономірності виникнення кардіоренального синдрому залежно від прароди собак, їх статі та ваги. Розглянуто ключові механізми патогенезу КРС, включаючи запальні процеси, оксидативний стрес та електролітний дисбаланс. Описано вклад активації реїн-ангіотензин-альдостеронової системи при хронічній хворобі нирок у розвитку серцевих патологій. У статті представлено результати регресійного аналізу маркерів ризику КРС у собак з ХХН, що допомагає поліпшити діагностику і лікування цього стану. У дослідженні розглянуто взаємозв'язок між ХХН і захворюваннями серця у собак, підкреслюючи важливість анемії та електролітного дисбалансу у розвитку кардіоренального синдрому. Отримані результати щодо механізмів розвитку кардіоренального синдрому у собак з хронічною хворобою нирок можуть бути корисними для подальших досліджень та ефективного лікування даного патологічного процесу.

Ключові слова: хронічна хвороба нирок, серцево-судинна система, кардіоренальний синдром, собаки, кальциноз коронарних судин, оксидативний стрес, запальні процеси, анемія, електролітний дисбаланс.

Бібліографічний опис для цитування: Замошніков В. О. Вплив хронічної хвороби нирок на серцево-судинну систему у собак: механізми розвитку кардіоренального синдрому. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 80–88.

Хронічна хвороба нирок (ХХН) є серйозним і поширеним захворюванням у собак, яке значно впливає на їх здоров'я та якість життя. Відомо, що ХХН тісно пов'язана з серцево-судинними захворюваннями, спричиняючи розвиток кардіоренального синдрому (КРС), який характеризується взаємозв'язаними патологічними змінами у серцевій та нирковій системах. Однак, механізми, що лежать в основі розвитку КРС у собак, досі залишаються недостатньо вивченими. Розуміння цих механізмів є критично важливим для розробки ефективних стратегій лікування та профілактики як ХХН, так і супутніх серцево-судинних ускладнень.

Сучасні дослідження свідчать про те, що патологічні зміни в одному органі можуть викликати вивільнення каскаду медіаторів, які сприяють вторинній дисфункції або травмі іншого органу. Це підкреслює необхідність вивчення міжорганних взаємодій при ХХН та КРС у собак. Додатково, існує потреба у глибшому розумінні ролі генетичних, фізіологічних та зовнішніх факторів ризику, які сприяють розвитку цих станів.

Ця стаття спрямована на детальне вивчення впливу хронічної хвороби нирок на серцево-судинну систему у собак, визначення механізмів розвитку кардіоренального синдрому, а також на виявлення ключових маркерів ризику, що дозволить покращити діагностику, лікування та профілактику цього складного і багатофакторного захворювання.

У статті Дж. Пшибицінського та колег розглядається роль адипонектину в контексті хронічної хвороби нирок (ХХН). Адипонектин, гормон, що виробляється жировою тканиною, має протизапальні і антиатерогенні властивості. Дослідники підкреслюють, що рівні адипонектину часто змінюються у пацієнтів із ХХН, що може мати значний вплив на прогресування захворювання та пов'язані серцево-судинні ризики [1].

У статті К. Аманна обговорюється проблема судинної кальцифікації при хронічній хворобі нирок, розділяючи її на два типи: кальцифікація медіа та інтими. Автори наголошують, що ці два процеси мають різні патофізіологічні механізми і клінічні наслідки. Кальцифікація медіа пов'язана з артеріальною жорсткістю і підвищеним ризиком серцево-судинних подій, тоді як кальцифікація інтими частіше асоціюється з атеросклерозом. Стаття надає глибокий аналіз відмінностей між цими процесами та їх впливу на прогресування ХХН [2]. У дослідженнях Лекаванвіджит, Д. Г. 'Нейл та колеги вивчали поширеність, фактори ризику та виживаність собак з хронічною хворобою нирок у Великобританії. Використовуючи великі бази даних, автори визначають ключові демографічні та клінічні фактори, які впливають на розвиток і прогресування ХХН у собак. Дослідження також аналізує вплив породи, віку, статі та інших факторів на виживаність, що дозволяє ветеринарам краще розуміти ризики та покращувати профілактику та лікування ХХН у собак [3, 4]. Стаття К. Е. Торпа та колег досліджує енергетичну динаміку при хронічній серцевій недостатності (ХСН), хронічній хворобі нирок і кардіоренальному синдромі (КРС). Автори

пропонують нову причинну парадигму, що пояснює взаємозв'язок між порушеннями енергетичного обміну і прогресуванням цих захворювань. Стаття аналізує метаболічні зміни на клітинному рівні та їх вплив на функцію органів, підкреслюючи важливість метаболічних підходів у лікуванні ХСН, ХХН та КРС [5].

Юнг Х.-Б., Кан М.-Х., Парк Х.-М. досліджували ліпокалін, асоційований з нейтрофільною желатиною (NGAL), як потенційний біомаркер для діагностики кардіоренального синдрому (КРС) у собак. NGAL виявляється в підвищених концентраціях у сечі та крові у випадках гострої ниркової травми, що робить його перспективним для раннього виявлення КРС. Дослідження показало, що рівні NGAL значно підвищені у собак з КРС, порівняно зі здоровими тваринами, що підтверджує його потенційну діагностичну цінність [6].

У дослідженні [7] автори аналізують ехокардіографічні показники та біомаркери ураження нирок у собак з хронічною хворобою нирок (ХХН). Використовуючи методи ультразвукового дослідження серця та визначення рівнів різних біомаркерів, автори виявили кореляцію між ступенем ниркової недостатності та серцевою функцією. Результати дослідження підкреслюють важливість комплексного підходу до діагностики та моніторингу ХХН, включаючи регулярне обстеження серцево-судинної системи.

У статті Стайкової та Атанасової обговорюється взаємозв'язок між кардіоренальним синдромом, хронічною хворобою нирок (ХХН) та кістково-мінеральними розладами. Автори зазначають, що ХХН супроводжується порушенням обміну кальцію і фосфору, що може призводити до судинної кальцифікації та погіршення серцево-судинної функції. Дослідження підкреслює необхідність комплексного підходу до лікування пацієнтів з ХХН, включаючи корекцію кістково-мінеральних порушень для зниження ризику розвитку кардіоренального синдрому [8].

У статті Васильченка та колег досліджується окислювальний статус у пацієнтів з хронічною хворобою нирок (ХХН). Автори виявили, що пацієнти з ХХН мають підвищений рівень окислювального стресу, який сприяє прогресуванню ниркової недостатності та розвитку серцево-судинних ускладнень. Дослідження підкреслює важливість антиоксидантної терапії як потенційного підходу до зниження окислювального стресу та покращення прогнозу у хворих з ХХН [9].

У статті Цуруя та Ерігучі розглядається кардіоренальний синдром (КРС) у пацієнтів з хронічною хворобою нирок (ХХН). Автори аналізують патофізіологічні механізми, що лежать в основі взаємозв'язку між серцевою та нирковою недостатністю. Дослідження акцентує увагу на важливості ранньої діагностики та комплексного лікування КРС для попередження подальшого погіршення функції обох органів. Стаття також обговорює сучасні підходи до терапії КРС, включаючи медикаментозне лікування та управління факторами ризику [10]. М. Kim дослідив механізми та

клінічні прояви кардіоренального синдрому, акцентуючи на взаємозв'язку між серцевою та нирковою недостатністю [11]. Кумар та колеги проаналізували патофізіологічні механізми та терапевтичні підходи до лікування кардіоренального синдрому, зокрема роль біомаркерів у діагностиці [12]. Торп та колеги запропонували нову концепцію енергетичної динаміки при хронічній серцевій недостатності та кардіоренальному синдромі, що може змінити підходи до лікування [13]. Вольпе та Теста [14] розглянули патофізіологічні механізми та прогностичну значущість ниркової недостатності у пацієнтів із серцевими захворюваннями. Заннад та Россінголь [15] переоцінили кардіоренальний синдром, обговоривши нові наукові відкриття та терапевтичні підходи. Казорі та Ронко [16] підсумували досягнення в кардіоренальній медицині за останній рік, виділяючи ключові дослідження та терапевтичні нововведення. Зунуні Вахед та співавтори [17] надали історичний огляд кардіоренального синдрому, висвітлюючи його еволюцію та сучасні підходи до лікування. Стоянова [18] представила комплексний підхід до діагностики та лікування хронічного коронарного синдрому, зокрема його взаємозв'язок із кардіоренальним синдромом. Веераккоди [19] висвітлює ключові аспекти кардіоренального синдрому, акцентуючи на діагностичних та терапевтичних підходах. Щепанкевич та колеги [20] оцінили діагностичну цінність індексу резистентності нирок як маркера розвитку кардіоренального синдрому у собак з мітральною недостатністю. Саббах та інші [21] дослідили ефекти інгібування ангіотензин-неприлізіну у собак з експериментально викликаним кардіоренальним синдромом, що може мати клінічне значення. Прастаро та колеги [22] вивчили патофізіологію кардіоренального синдрому, підкреслюючи важливість правильного діагностування для ефективної терапії. Гунавардена та Данлап [23] розглянули автономні механізми патофізіології кардіоренального синдрому при серцевій недостатності. Чаудхарі та інші [24] підкреслили роль сечової кислоти в патогенезі кардіоренального метаболічного синдрому, пропонуючи нові терапевтичні підходи. Хаус та колеги [25] запропонували терапевтичні стратегії для лікування серцевої недостатності при кардіоренальних синдромах, зокрема використання сучасних медикаментів та методів. Ачерно та колеги [26] розробили консенсусні рекомендації щодо ідентифікації, оцінки та лікування системної гіпертензії у собак і котів, сприяючи стандартизації підходів у ветеринарній медицині. Хараламбус та співавтори [27] представили консенсусні рекомендації щодо управління епілептичним статусом та кластерними судомою у собак і котів, спрямовані на поліпшення клінічних результатів. Маркс та інші [28] запропонували консенсусні рекомендації з раціонального використання шлунково-кишкових протекторів у собак і котів, спрямовані на підвищення ефективності та безпеки лікування. О'Ніл та колеги [29] дослідили частоту та фактори ризику розвитку пародонтальної хвороби у котів у Великій Британії,

надаючи цінну інформацію для профілактики та лікування. Ель-Сака та співавтори [30] вивчили вплив спексину на ниркову дисфункцію у експериментально викликаних ожирінням щурів, вказуючи на потенційні механізми пом'якшення через рецептор галаніну-2.

Для дослідження впливу хронічної хвороби нирок (ХХН) на серцево-судинну систему у собак та механізмів розвитку кардіоренального синдрому (КРС) було проведено огляд літературних джерел щодо останніх досягнень у галузі ветеринарної медицини. Методика дослідження включала формулювання проблеми, визначення основних механізмів, через які ХХН впливає на серцево-судинну систему у собак та сприяє розвитку кардіоренального синдрому. Аналіз наукових публікацій, клінічних досліджень та оглядів, що стосуються впливу ХХН на серцево-судинну систему у собак, особлива увага приділялася статтям, що описують патогенетичні механізми, включаючи анемію, електролітний дисбаланс, запальні процеси та оксидативний стрес.

Аналіз та інтерпретацію даних проводили за допомогою лінгвосемантичного аналізу текстів для ідентифікації ключових термінів, понять, зв'язків та тематичних областей, пов'язаних з ХХН та КРС. Виявлені терміни та поняття були згруповані у відповідні тематичні кластери, що відображають ключові аспекти патогенезу КРС у собак з ХХН, а також встановлено взаємозв'язки та тематичні тенденції між цими кластерами. Було проведено статистичний аналіз для визначення маркерів ризику КРС у собак з ХХН. Для цього використано методи описової статистики для порівняння груп та кореляційного аналізу для визначення взаємозв'язків між показниками.

Статистичний аналіз включав обчислення наступних показників:

Odds Ratio (співвідношення шансів) визначали як співвідношення шансів настання події в одній групі до шансів настання цієї ж події в іншій групі. Формула для обчислення OR:

$$OR = \frac{(a/b)}{(c/d)} = \frac{a \cdot d}{b \cdot c} \quad (1)$$

де: a – кількість випадків настання події в експериментальній групі; b – кількість випадків ненастання події в експериментальній групі; c – кількість випадків настання події в контрольній групі; d – кількість випадків ненастання події в контрольній групі.

Довірчий інтервал (CI) для OR

Довірчий інтервал для OR зазвичай розраховували за допомогою логарифмічної трансформації. Формула для 95% довірчого інтервалу:

$$\ln(OR) \pm Z \cdot \sqrt{\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d}} \quad (2)$$

де Z – значення стандартного нормального розподілу (наприклад, для 95 % CI $Z \approx 1,96$).

Потім значення довірчого інтервалу перетворювали назад через експоненційну функцію:

$$CI_{lower} = \exp(\ln(OR) - Z \cdot SE) \quad (3)$$

$$CI_{upper} = \exp(\ln(OR) + Z \cdot SE) \quad (4)$$

де SE – стандартна похибка (standard error).

Значення P-Value

P-Value визначали як ймовірність отримання результату, який є таким же або більш екстремальним, ніж спостерігали, якщо нульова гіпотеза була би істинною. Для обчислення P-Value для OR використовували статистичний χ^2 -тест.

Кардіоренальний синдром (КРС) є складним і багатофакторним процесом, що виникає внаслідок взаємодії між серцево-судинною та нирковою системами. Кардіоренальний синдром є складним патофізіологічним процесом, при якому серцева недостатність ініціює розвиток хронічної хвороби нирок [1]. Це обтяжує основну кардіальну патологію, підвищуючи ризик ускладнень і смерті. Синдром може включати як гострі, так і хронічні форми патології [11]. Гострий кардіоренальний синдром I типу виникає, коли гостра серцева недостатність провокує гостру ниркову недостатність. Причинами цього ускладнення є гемодинамічні та гуморальні фактори, імунологічна реактивність, нейрогуморальна активація, екзогенні фактори, а також використання певних лікарських засобів [12]. Хронічний кардіоренальний синдром II типу характеризується тим, що хронічна серцева недостатність призводить до хронічної ниркової недостатності. Етіологія цього патофізіологічного розладу включає гемодинамічні порушення, імунологічну реактивність, нейрогуморальну та протизапальну активацію, а також атеросклероз та атеротромбоз. Для кардіоренального синдрому (КРС) III типу гостра ниркова недостатність (ГПН), що виникає через гостре артеріальне ішемічне пошкодження або інші причини, спричиняє швидкі та значні функціональні зміни серця [13]. Ці зміни характеризуються дилатацією лівого шлуночка (ЛШ) і різноманітними змінами функціональних параметрів, включаючи час релаксації ЛШ, фракцію вкорочення і кінцево-систоличне та кінцево-діастолічне фракційне укорочення. Апоптоз кардіоцитів вважається важливим фактором, що сприяє цим змінам, поряд зі стимуляцією запальних медіаторів [14]. Ішемія запускає каскад запальних реакцій, які є критичними для відновлення органів, але, якщо цей процес не зупинити, може призвести до погіршення функції органів [2].

Встановлено, що у тварин з гострою та хронічною нирковою недостатністю роль запалення є переважною, про що свідчить підвищена секреція прозапальних цитокінів і інфільтрація запальних клітин. Нейроендокринна система також відіграє важливу роль у фізіопатології КРС III типу [25]. Складні шляхи активуються після початку ГПН, що призводить до активації системної нервової системи та ренін-ангіотензинової системи. Хоча

початкова активація системної нервової системи допомагає підтримувати серцевий викид, вона також стимулює апоптоз, формування неоінтими та впливає на функцію імунної системи [3].

Крім того, активація ренін-ангіотензинової системи стимулює секрецію реніну нирками, що призводить до порушення регуляції об'єму позаклітинної рідини та звуження судин. Це може посилити наслідки ішемії через обмеження адекватної доставки кисню до тканин. Механізми, залучені до розвитку кардіоренального синдрому (КРС) IV типу, є багатогранними і охоплюють різні органи через захворювання судин та ендотеліальну дисфункцію, а також через кумулятивний токсичний вплив уремії [16]. Велика кількість факторів ризику сприяють прогресуванню серцевої та ниркової недостатності у таких пацієнтів. Додаткові унікальні ризики також пов'язані з процедурами діалізу, особливо у пацієнтів із термінальною стадією ниркової недостатності [18]. Недавній огляд, проведений House, надає детальний підсумок потенційних механізмів. Роль уремічного середовища у розвитку поліорганної дисфункції ще потребує подальшого дослідження [19]. Специфічні уремічні токсини, такі як гуанідини, феноли, паратгормони та прозапальні цитокіни, або їх комбінації можуть безпосередньо викликати метаболічні та фізіологічні порушення та сприяти прогресуванню захворювання [4]. У пацієнтів із застійною серцевою недостатністю та прогресуючою нирковою недостатністю перевантаження тиску і об'єму призводить до посилення серцевої діяльності та компенсаторної гіпертрофії, частково через розвиток серцевого та ниркового фіброзу [20]. У таких умовах доставка кисню до збільшених міоцитів порушується через ремоделювання судин на рівні мікроциркуляторного русла. Це призводить до фокальної недостатньої перфузії або неправильного розподілу крові, що в свою чергу посилює пошкодження клітин. Вторинний кардіоренальний синдром V типу виникає при інших патологічних станах, що провокують хронічну серцеву недостатність або ниркову дисфункцію [21]. Причинами цього патологічного стану є гемодинамічні та метаболічні порушення, застосування специфічних лікарських препаратів, токсичні та нейрогенні фактори, імунологічні порушення, хвороби накопичення (такі як амілоїдоз, гіаліноз, ферментопатії), центральні порушення регуляції серцевого ритму та судинного тонуусу, анемії та гемобластози [5].

Мультиморбідні патології часто зустрічаються у практиці ветеринарного лікаря. Кардіоренальний синдром, який має різні стадії, клінічні прояви та ступінь тяжкості, вимагає негайного втручання для стабілізації загального стану тварини та запобігання летальному результату. Діагностика можливих ускладнень та супутніх патологій також є важливою частиною процесу лікування [22]. В останні роки дослідження виявили участь дисбактеріозу кишечника, накопичення уремічних токсинів, дисбалансу сфінголіпідів та інших нетрадиційних факторів у розвитку кардіоренального синдрому.

Ці знахідки сприяли зміні парадигми терапії цього синдрому, відкриваючи нові можливості для лікування [6].

Своєчасна, а в перспективі і рання діагностика патологічних станів нирок та серцево-судинної системи є надзвичайно важливою. Це потребує розробки ефективних стратегій та тактик лікування, що залучає до співпраці нефрологів та кардіологів [23]. Об'єднання зусиль цих спеціалістів дозволяє використовувати накопичений досвід для покращення лікування пацієнтів з кардіоренальним синдромом, що в кінцевому рахунку сприяє покращенню прогнозу та якості життя тварин [7].

У собак з хронічною хворобою нирок (ХХН) розвиток КРС обумовлений кількома специфічними патогенетичними факторами:

Активация ренін-ангіотензин-альдостеронової системи (РААС):

Механізм: ХХН призводить до зниження ниркової перфузії, що стимулює активацію РААС. Активация ренін-ангіотензин-альдостеронової системи (РААС) відіграє ключову роль у розвитку кардіоренального синдрому у собак з хронічною хворобою нирок (ХХН). Ця система регулює кров'яний тиск, об'єм крові та електролітний баланс в організмі [8]. У собак з ХХН нирки отримують менше крові через пошкодження, що стимулює виділення реніну юкстагломерулярними клітинами. Ренін перетворює ангіотензиноген, який виробляється печінкою, в ангіотензин I. Далі ангіотензин I перетворюється в ангіотензин II за допомогою ангіотензинперетворюючого ферменту (АПФ), який знаходиться головним чином в легенях. Ангіотензин II є потужним вазоконстриктором, тобто він звужує судини, підвищуючи артеріальний тиск. Крім того, він стимулює виділення альдостерону корою надниркових залоз. Альдостерон збільшує реабсорбцію натрію і води в нирках, що підвищує об'єм циркулюючої крові та додатково підвищує тиск. Також ангіотензин II активує симпатичну нервову систему, що ще більше сприяє вазоконстрикції та підвищенню тиску [26]. Постійна активація РААС при ХХН призводить до хронічної гіпертензії, яка, у свою чергу, викликає гіпертрофію лівого шлуночка серця, змушуючи його працювати інтенсивніше. Це може призвести до серцевої недостатності. Крім того, висока концентрація ангіотензину II пошкоджує ендотелій судин, сприяє розвитку атеросклерозу і ремоделюванню судин. Затримка натрію і води підвищує навантаження на серце і може викликати набряки і застійну серцеву недостатність [9]. Активация РААС також впливає на нирки, погіршуючи їх функцію через підвищення внутрішньо-ниркового тиску і розвиток фіброзу. Постійна активація цієї системи створює замкнене коло, де погіршення ниркової функції веде до активації РААС, що ще більше погіршує стан нирок і

серцево-судинної системи. Розуміння цих механізмів є важливим для розробки ефективних методів лікування, які можуть включати блокування РААС, що може покращити стан здоров'я і якість життя собак з хронічною хворобою нирок [19]. Це викликає вазоконстрикцію, підвищення артеріального тиску і затримку натрію та води, що збільшує навантаження на серце і сприяє розвитку гіпертрофії лівого шлуночка та серцевої недостатності.

Гіпертензія відіграє важливу роль у розвитку кардіоренального синдрому (КРС) у собак з хронічною хворобою нирок (ХХН). Хронічна хвороба нирок часто супроводжується підвищенням артеріального тиску, що створює додаткове навантаження на серцево-судинну систему і сприяє погіршенню стану нирок [10].

Гіпертензія призводить до підвищення опору, який повинно долати серце під час кожного скорочення. Це змушує серце працювати інтенсивніше, що з часом викликає гіпертрофію лівого шлуночка. Гіпертрофія знижує ефективність роботи серця і може призвести до серцевої недостатності [27].

Постійно високий тиск пошкоджує ендотелій судин, сприяючи розвитку атеросклерозу. Це звужує просвіт судин і знижує їх еластичність, що ще більше підвищує артеріальний тиск і погіршує кровопостачання органів, включаючи нирки.

Підвищений артеріальний тиск посилює гломерулярну гіпертензію (підвищений тиск у ниркових капілярах), що сприяє подальшому пошкодженню клубочків і прискоренню прогресування ниркової недостатності.

Гіпертензія може сприяти накопиченню токсичних метаболітів через погіршення фільтраційної здатності нирок. Ці метаболіти мають шкідливий вплив на серцево-судинну систему, викликаючи запальні процеси та окислювальний стрес.

Гіперфосфатемія та порушення метаболізму кальцію [8]:

ХХН часто супроводжується порушенням метаболізму фосфору та кальцію, що призводить до гіперфосфатемії. Це сприяє кальцифікації судин і серцевих клапанів, що погіршує серцеву функцію і підвищує ризик аритмій та серцевої недостатності. Гіперфосфатемія та порушення метаболізму кальцію відіграють важливу роль у розвитку кардіоренального синдрому у собак з хронічною хворобою нирок (ХХН). Коли нирки пошкоджені, вони не можуть ефективно видаляти надлишок фосфору з організму, що призводить до гіперфосфатемії, тобто підвищеного рівня фосфору в крові [27].

Підвищений рівень фосфору порушує баланс кальцію в організмі. Щоб знизити рівень фосфору, організм починає витягати кальцій з кісток, що призводить до їх ослаблення і навіть до остеопорозу.

Окрім цього, надлишок фосфору і кальцію утворює нерозчинні комплекси, які відкладаються у судинах і тканинах, спричиняючи кальцифікацію. Кальцифікація судин призводить до їх затвердіння і втрати еластичності, що ускладнює кровообіг і підвищує артеріальний тиск [2]. Це додатково навантажує серце, яке повинно працювати інтенсивніше для підтримання нормального кровотоку.

Такі зміни сприяють розвитку гіпертрофії серця і можуть призводити до серцевої недостатності. Крім того, кальцифікація може торкатися і самих нирок, що ще більше погіршує їх функцію. Таким чином, гіперфосфатемія та порушення метаболізму кальцію створюють замкнене коло, де погіршення функції нирок призводить до проблем з серцем, а серцеві проблеми, у свою чергу, погіршують функцію нирок, сприяючи розвитку і прогресуванню кардіо-ренального синдрому у собак з хронічною хворобою нирок [6].

Зниження функції нирок призводить до накопичення токсичних метаболітів і підвищеного оксидативного стресу. Оксидативний стрес - це стан, коли у тілі занадто багато вільних радикалів, які можуть пошкодити клітини та тканини. У розвитку кардіоренального синдрому він грає ключову роль. Оксидативний стрес пошкоджує ендотелій судин, викликає запалення і сприяє атеросклерозу, що погіршує серцево-судинну функцію. Коли серце та нирки перебувають у стресі через хронічні захворювання, вони стають більш уразливими до оксидативного стресу [9]. Він може спричинити запалення та пошкодження клітин обох органів, що ще більше погіршує їх стан. Міцні антиоксиданти, такі як вітамін С та вітамін Е, можуть допомогти зменшити оксидативний стрес і захистити серце та нирки від подальшого ушкодження.

ХХН пов'язана з хронічним запальним станом через постійне виділення прозапальних цитокінів. Запалення сприяє розвитку атеросклерозу, фіброзу серця і судин, що погіршує функцію обох систем. Запальні процеси відіграють важливу роль у розвитку кардіоренального синдрому. Коли серце та нирки постійно піддаються стресу через хронічні захворювання, такі як хронічна ниркова недостатність або серцева недостатність, вони стають більш схильними до запалення [18]. Запальні процеси можуть виникати як внаслідок самого захворювання, так і відповіді організму на пошкодження клітин та тканин. Запалення може посилити пошкодження серця та нирок, погіршити їх функцію та сприяти прогресуванню кардіоренального синдрому [3].

Запальні процеси можуть також впливати на судини, що живлять серце та нирки, спричиняючи їх звуження та утруднюючи нормальний кровообіг. Це може призвести до подальшого погіршення функції серця та нирок, що загострює кардіоренальний синдром. Для контролю та запобігання

запальних процесів у розвитку кардіоренального синдрому важливо вживати заходи для зменшення загального запалення в організмі, такі як здорове харчування, фізична активність та уникання факторів ризику, які можуть сприяти запаленню. Крім того, комплекс терапевтичних заходів, спрямованих на зменшення запалення, може бути ефективним методом лікування кардіоренального синдрому [27].

Зниження продукції еритропоєтину в нирках при ХХН призводить до анемії. Анемія збільшує серцеве навантаження, оскільки серце повинно працювати інтенсивніше для транспортування кисню, що сприяє розвитку серцевої недостатності. Анемія – це стан, коли в організмі не достатньо червоних кров'яних клітин або гемоглобіну, що необхідно для перенесення кисню. У розвитку кардіоренального синдрому анемія може грати важливу роль. Коли кров не містить достатньо кисню через анемію, серце та нирки можуть почати працювати напружено, щоб компенсувати цей дефіцит [23]. Це може призвести до збільшення навантаження на серце та погіршення функції нирок. Крім того, анемія може призвести до погіршення кровотоку в судинах, включаючи ті, що живлять серце та нирки. Це може погіршити стан цих органів та сприяти розвитку кардіоренального синдрому [2].

ХХН часто супроводжується порушенням електролітного балансу, включаючи гіперкаліємію та гіпокаліємію. Ці дисбаланси можуть викликати аритмії та погіршувати скоротливу функцію серця. Електроліти - це мінерали у вашому тілі, такі як натрій, калій і хлорид, які відіграють важливу роль у правильному функціонуванні серця, нирок і інших органів. У розвитку кардіоренального синдрому у собак електролітний дисбаланс може бути важливим фактором. Коли рівень електролітів у крові стає надто високим або надто низьким через хронічні захворювання, такі як хронічна ниркова недостатність, це може впливати на роботу серця та нирок. Наприклад, низький рівень калію може призвести до аритмій серця, а високий рівень натрію може погіршити роботу нирок та збільшити ризик серцевих проблем [28]. Також важливою є роль електролітного дисбалансу у збудженні запальних процесів та оксидативного стресу, які також можуть призвести до подальшого ушкодження серця та нирок.

У дослідженні [3] розглянуто взаємозв'язок між хронічною хворобою нирок і захворюваннями серця у собак. У *таблиці 1* наведені результати регресійного аналізу маркерів ризику кардіоренального синдрому, пов'язаних з хронічною хворобою нирок у собак. Опис змінних, відсотки виявлених випадків і контрольної групи, відношення шансів (Odds Ratio), 95 % довірчих інтервалів (CI) та значень P-Value [3]:

Таблиця 1

Результати регресійного аналізу маркерів ризику кардіоренального синдрому, пов'язаних з хронічною хворобою нирок у собак

№	Параметр	Статус	Частота	OR	CI	P-Value
1.	Породистість	Безпородні	16,7 % випадків відносно 20,2 % контроль (референтна група)			
		Породисті	83,3 % випадків відносно 79,8 % контроль	1,26	0,79–2,03	0,334
2.	Ресстрація у кінологічному клубі	Ні	25,0 % випадків відносно 28,9 % контроль			
		Так	75,0 % випадків відносно 71,1 % контроль	1,22	0,81–1,85	0,343
3.	Породи (якщо більше 12 собак у дослідженні)	Кросбреди	16,7 % випадків відносно 20,2 % контроль (референтна група)			
		Менше 12 собак	39,9 % випадків відносно 36,8 % контроль	OR 1,31	0,78–2,21	0,309
		Border Collie	4,4 % випадків відносно 0,9 % контроль	OR 6,05	1,25–29,32	0,025
		Cavalier King Charles Spaniel	3,9 % випадків відносно 1,8 % контроль	OR 2,72	0,78–9,54	0,117
		Cocker Spaniel	4,4 % випадків відносно 3,1 % контроль	OR 1,73	0,60–4,98	0,310
		Jack Russell Terrier	7,9 % випадків відносно 7,5 % контроль	OR 1,28	0,58–2,82	0,538
		Labrador Retriever	3,9 % випадків відносно 8,3 % контроль	OR 0,57	0,23–1,41	0,227
		Shih Tzu	2,6 % випадків відносно 3,5 % контроль	OR 0,91	0,29–2,85	0,868
		Staffordshire Bull Terrier	1,8 % випадків відносно 11,4 % контроль	OR 0,19	0,06–0,58	0,004
		Yorkshire Terrier	8,3 % випадків відносно 4,4 % контроль	OR 2,30	0,96–5,53	0,063
		West Highland White Terrier	6,1 % випадків відносно 2,2 % контроль	OR 3,39	1,12–10,26	0,031
4.	Стать	Самки	50,4 % випадків відносно 46,5 % контроль (референтна група)			
		Самці	49,6 % випадків відносно 53,5 % контроль	OR 0,85	0,59–1,23	0,399
5.	Стан стерилізації	Не стерилізовані	24,1 % випадків відносно 50,0 % контроль (референтна група)			
		Стерилізовані	75,9 % випадків відносно 50,0 % контроль	OR 3,15	2,11–4,69	<0,001
6.	Вікова категорія	Менше 4 років	3,9 % випадків відносно 50,0 % контроль	OR 0,06	0,03–0,14	<0,001
		4–7 років	7,0 % випадків відносно 18,4 % контроль	OR 0,31	0,15–0,62	0,001
		7–12 років	25,4 % випадків відносно 20,6 % контроль (референтна група)			
		12 років і більше	63,6% випадків відносно 11,0 % контроль	OR 4,70	2,65–8,33	<0,001
7.	Вага	Менше 7 кг	17,1 % випадків відносно 19,3 % контроль (референтна група)			
		7–11 кг	25,4 % випадків відносно 12,2 % контроль	OR 2,26	1,21–4,19	0,010
		11–20 кг	25,9 % випадків відносно 17,1 % контроль	OR 1,71	0,95–3,08	0,076
		20–30 кг	14,5 % випадків відносно 19,7 % контроль	OR 0,83	0,44–1,55	0,551
		30 кг і більше	11,4% випадків відносно 18,0 % контроль	OR 0,72	0,37–1,38	0,315
8.	Страховий статус	Незастраховані	44,3 % випадків відносно 59,2 % контроль (референтна група)			
		Застраховані	55,3 % випадків відносно 34,6 % контроль	OR 2,13	1,46–3,12	<0,001

Таблиця демонструє результати регресійного аналізу маркерів ризику кардіоренального синдрому, пов'язаного з хронічною хворобою нирок у собак. Основні результати включають [4]:

Породистість: Породисті собаки мають трохи вищий ризик розвитку кардіоренального синдрому порівняно з безпородними, але ця різниця не є статистично значущою (OR = 1,26, P-Value = 0,334).

Порода: Деякі породи, такі як Border Collie (OR = 6,05, P-Value = 0,025) та West Highland White Terrier (OR = 3,39, P-Value = 0,031), показують значно вищий ризик. Навпаки, Staffordshire Bull Terrier має значно нижчий ризик (OR = 0,19, P-Value = 0,004).

Стать: Різниця у ризику між самцями та самками не виявлено (OR = 0,85, P-Value = 0,399).

Стан стерилізації: Стерилізовані собаки мають значно вищий ризик (OR = 3,15, P-Value < 0,001).

Вік: Собаки старше 12 років мають найвищий ризик розвитку кардіоренального синдрому

(OR = 4,70, P-Value < 0,001), тоді як собаки молодше 4 років мають значно нижчий ризик (OR = 0,06, P-Value < 0,001).

Вага: Собаки вагою від 7 до 11 кг мають значно вищий ризик (OR = 2,26, P-Value = 0,010).

Ці дані є корисними для визначення факторів ризику та потенційного управління кардіоренальним синдромом у собак. Автори стверджують, що дисфункція нирок загострюється при важкості серцевих захворювань. У ретроспективному дослідженні, автори виявили, що половина собак із хронічною серцевою недостатністю мали азотемію, а це було ще більше – 70 %, у найважчих випадках. У собак із серйозними захворюваннями нирок, рівні сироваткового BUN та креатиніну були вищими, а частота клубочкової фільтрації крові (ШКФ) була майже вдвічі нижчою порівняно з тими, у кого захворювання було менш вираженим [1]. Відмінності в азотемічному стані та ШКФ між різними стадіями

серцевої недостатності можуть бути пов'язані як із застосуванням препаратів для лікування серцевих захворювань, так і з ефектом самого захворювання клапанів на функцію нирок. У кішок з гіпертрофічною кардіоміопатією, азотемія була присутня у 59 % випадків. Щоб встановити прямі та непрямі зв'язки між прогресуванням серцевих захворювань та розвитком ниркової дисфункції, необхідні подальші проспективні дослідження [29]. Гіпертензія є однією з найбільш вірогідних етіологій для кардіоренального захворювання у тварин. CvRDO означає ураження або дисфункцію нирок і серцево-судинної системи, яке виникає внаслідок будь-якого основного процесу захворювання поза цими двома системами або випадків, коли первинні захворювання нирок та серцево-судинної системи співіснують. Приклади першого включають сепсис та інфекційні захворювання, а приклади останнього можуть включати тварин з первинним захворюванням клубочків та міксоматозною дегенерацією мітрального клапана. Коли первинні захворювання нирок та серця співіснують, вони вважаються CvRDO, оскільки вони можуть взаємодіяти між собою і пришвидшувати травмування одного або обох органів. Наразі ці взаємодії погано розуміються та мають обмежене підтвердження у собак [1]. Патогенетичні фактори, специфічні для ХХН, значно сприяють розвитку кардіоренального синдрому у собак [30]. Активізація РААС, гіпертензія, порушення метаболізму фосфору і кальцію, оксидативний стрес, хронічне запалення, анемія та електролітні дисбаланси утворюють комплексний патофізіологічний механізм, який погіршує функціонування як нирок, так і серцево-судинної системи. Розуміння цих механізмів є ключовим для розробки ефективних стратегій діагностики, профілактики та лікування кардіоренального синдрому у собак з ХХН.

Висновки

Глибокий аналіз літературних джерел дозволив встановлення особливості впливу хронічної хвороби нирок на серцево-судинну систему в собак та з'ясувати механізми розвитку кардіоренального синдрому для поліпшення діагностики і лікування цього стану. Визначено, що хронічна хвороба нирок (ХХН) значно впливає на серцево-судинну систему у собак, сприяючи розвитку кардіоренального синдрому (КРС). Дисфункція нирок часто супроводжується ураженням серцево-судинної системи, що підвищує ризик виникнення серцевої недостатності. У собак з ХХН спостерігаються підвищені рівні сироваткового азоту сечовини (BUN) і креатиніну, а також знижена швидкість клубочкової фільтрації (ШКФ), що свідчить про значне зниження функції нирок.

Запальні процеси, оксидативний стрес та електролітний дисбаланс також відіграють важливу роль у патогенезі КРС. Гіперфосфатемія та порушення метаболізму кальцію сприяють кальцинозу коронарних судин, що погіршує стан серцево-судинної системи. Анемія, яка часто супроводжує ХХН, додатково ускладнює ситуацію,

посилиючи гіпоксію та метаболічні порушення в серці.

Ефективне лікування КРС вимагає комплексного підходу, включаючи своєчасну діагностику, контроль електролітного балансу, управління запальними процесами та оксидативним стресом. Дослідження показують, що взаємодія між нирками та серцем є складною і багатфакторною, тому необхідні подальші дослідження для кращого розуміння механізмів, що лежать в основі цього синдрому.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Przybyciński, J., Dziedzicko, V., Puchałowicz, K., Domański, L., & Pawlik, A. (2020). Adiponectin in chronic kidney disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 21 (24), 9375. <https://doi.org/10.3390/ijms21249375>
2. Amann, K. (2008). Media calcification and intima calcification are distinct entities in chronic kidney disease: Figure 1. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 3 (6), 1599–1605. <https://doi.org/10.2215/cjn.02120508>
3. Staykova, S., Kompa, A. R., Wang, B. H., Kelly, D. J., & Krum, H. (2012). Cardiorenal syndrome. *Circulation Research*, 111 (11), 1470–1483. <https://doi.org/10.1161/circresaha.112.278457>
4. O'Neill, D. G., Elliott, J., Church, D. B., McGreevy, P. D., Thomson, P. C., & Brodbelt, D. C. (2013). Chronic kidney disease in dogs in UK veterinary practices: prevalence, risk factors, and survival. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27 (4), 814–821. <https://doi.org/10.1111/jvim.12090>
5. Thorp, K. E., Thorp, J. A., Northrup, C., Thorp, E. M., Scott-Emuakpor, A., & Kepros, J. P. (2023). Energy dynamics in chronic heart failure, chronic kidney disease & the cardiorenal syndrome: a new causal paradigm. *The Gazette of Medical Sciences*, 4 (1), 290–347. <https://doi.org/10.46766/thegms.medphys.23041001>
6. Jung, H.-B., Kang, M.-H., & Park, H.-M. (2018). Evaluation of serum neutrophil gelatinase-associated lipocalin as a novel biomarker of cardiorenal syndrome in dogs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 30 (3), 386–391. <https://doi.org/10.1177/1040638718758430>
7. Hezzell, M. J., Foster, J. D., Oyama, M. A., Buch, J., Farace, G., Quinn, J. J., & Yerramilli, M. (2020). Measurements of echocardiographic indices and biomarkers of kidney injury in dogs with chronic kidney disease. *The Veterinary Journal*, 255, 105420. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.105420>
8. Staykova, S., & Atanasova, S. (2015). Cardiorenal syndrome in patients with chronic kidney disease and bone-mineral disorders. *Heart - Lung (Varna)*, 21 (1-2), 12. <https://doi.org/10.14748/hl.v21i1-2.5190>
9. Vasylychenko, V. S., Korol, L. V., Kuchmenko, O. B., & Stepanova, N. M. (2020). The oxidative status in patients with chronic kidney disease. *The Ukrainian Biochemical Journal*, 92 (5), 70–77. <https://doi.org/10.15407/ubj92.05.070>
10. Tsuruya, K., & Eriguchi, M. (2015). Cardiorenal syndrome in chronic kidney disease. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, 24 (2), 154–162. <https://doi.org/10.1097/mnh.0000000000000099>
11. Kim, M.-G. (2020). Cardiorenal syndrome. *Journal of the Korean Medical Association*, 63 (1), 20. <https://doi.org/10.5124/jkma.2020.63.1.20>
12. Kumar, U., Wettersten, N., & Garimella, P. S. (2019). Cardiorenal syndrome. *Cardiology Clinics*, 37 (3), 251–265. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2019.04.001>
13. Thorp, E. B., & Karlstaedt, A. (2024). Intersection of immunology and metabolism in myocardial disease. *Circulation Research*, 134 (12), 1824–1840. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.124.323660>
14. Volpe, M., & Testa, M. (2010). Pathophysiological mechanisms and prognostic significance of renal functional impairment in cardiac patients. *Cardiorenal Syndrome*, 189–203. https://doi.org/10.1007/978-88-470-1463-3_14

15. Zannad, F., & Rossignol, P. (2018). Cardiorenal Syndrome Revisited. *Circulation*, 138 (9), 929–944. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.117.028814>
16. Kazory, A., & Ronco, C. (2024). Advances in cardiorenal medicine; the year 2023 in review. *Cardiorenal Medicine*. <https://doi.org/10.1159/000537785>
17. Zununi Vahed, S., Ardalan, M., & Ronco, C. (2019). Rein cardiaque: historical notes on cardiorenal syndrome. *Cardiorenal Medicine*, 9 (6), 337–340. <https://doi.org/10.1159/000532222>
18. Stoyanova, V. (2021). A Comprehensive approach to the diagnosis and treatment of chronic coronary syndrome. *Clinical Cardiology and Cardiovascular Interventions*, 4 (9), 01–03. <https://doi.org/10.31579/2641-0419/163>
19. Weerakkody, Y. (2018). Cardiorenal syndrome. *Radiopaedia.Org. Internet Archive*. <https://doi.org/10.53347/rid-57741>
20. Szczepankiewicz, B., Pasławska, U., Siwińska, N., Plens, K., & Pasławski, R. (2021). Evaluation of the diagnostic value of the renal resistive index as a marker of the subclinical development of cardiorenal syndrome in MMVD dogs. *Journal of the Renin-Angiotensin-Aldosterone System*, 22 (1), 147032032199508. <https://doi.org/10.1177/1470320321995082>
21. Sabbah, H. N., Zhang, K., Gupta, R. C., Xu, J., & Singh-Gupta, V. (2020). Effects of angiotensin-neprilysin inhibition in canines with experimentally induced cardiorenal syndrome. *Journal of Cardiac Failure*, 26 (11), 987–997. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2020.08.009>
22. Prastaro, M., Nardi, E., Paolillo, S., Santoro, C., Parlati, A. L. M., Gargiulo, P., Basile, C., Buonocore, D., Esposito, G., & Filardi, P. P. (2022). Cardiorenal syndrome: pathophysiology as a key to the therapeutic approach in an under-diagnosed disease. *Journal of Clinical Ultrasound*, 50 (8), 1110–1124. <https://doi.org/10.1002/jcu.23265>
23. Gunawardena, D. R. S., & Dunlap, M. E. (2019). Pathophysiology of cardio-renal syndrome: autonomic mechanisms. *Cardiorenal Syndrome in Heart Failure*, 35–50. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21033-5_4
24. Chaudhary, K., Malhotra, K., Sowers, J., & Aroor, A. (2013). Uric acid - key ingredient in the recipe for cardiorenal metabolic syndrome. *Cardiorenal Medicine*, 3 (3), 208–220. <https://doi.org/10.1159/000355405>
25. House, A. A., Haapio, M., Lassus, J., Bellomo, R., & Ronco, C. (2010). Therapeutic strategies for heart failure in cardiorenal syndromes. *American Journal of Kidney Diseases*, 56 (4), 759–773. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2010.04.012>
26. Acierno, M. J., Brown, S., Coleman, A. E., Jepson, R. E., Papich, M., Stepien, R. L., & Syme, H. M. (2018). ACVIM consensus statement: Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32 (6), 1803–1822. <https://doi.org/10.1111/jvim.15331>
27. Charalambous, M., Muñana, K., Patterson, E. E., Platt, S. R., & Volk, H. A. (2023). ACVIM Consensus Statement on the management of status epilepticus and cluster seizures in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 38 (1), 19–40. <https://doi.org/10.1111/jvim.16928>
28. Marks, S. L., Kook, P. H., Papich, M. G., Tolbert, M. K., & Willard, M. D. (2018). ACVIM consensus statement: Support for rational administration of gastrointestinal protectants to dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32 (6), 1823–1840. Portico. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvim.15337>
29. O'Neill, D. G., Blenkarn, A., Brodbelt, D. C., Church, D. B., & Freeman, A. (2023). Periodontal disease in cats under primary veterinary care in the UK: frequency and risk factors. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 25 (3), 1098612X2311581. <https://doi.org/10.1177/1098612x231158154>
30. El-Saka, M. H., Abo El Gheit, R. E., El Saadany, A., Alghazaly, G. M., Marea, K. E., & Madi, N. M. (2021). Effect of spexin on renal dysfunction in experimentally obese rats: potential mitigating mechanisms via galanin receptor-2. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 129 (4), 933–942. <https://doi.org/10.1080/13813455.2021.1887265>

ORCID

V. Zamoshnikov 

<https://orcid.org/0009-0009-5603-3075>



2024 Zamoshnikov V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Interrelation of protein metabolism and autonomic nervous system in laying hens

O. Kulbako¹ | V. Karpovsky¹ | O. Zhurenko¹ | I. Hryshchuk¹ | P. Karpovsky¹ | D. Krivoruchko¹ | A. Hryshchuk²

Article info

Correspondence Author

V. Karpovsky

E-mail:

karpovskiy@meta.ua

¹ National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Heroiv Oborony Str., 15,
building 3, Kyiv, 03041,
Ukraine

² Luhansk Taras Shevchenko National University,
3, Kovalia Str.,
36000, Poltava,
Ukraine

Citation: Kulbako, O., Karpovsky, V., Zhurenko, O., Hryshchuk, I., Karpovsky, P., Krivoruchko, D., & Hryshchuk, A. (2024). Interrelation of protein metabolism and autonomic nervous system in laying hens. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 89–94. doi: 10.31210/spi2024.27.03.14

The study of factors influencing the processes of protein metabolism in the poultry body will help to better balance the diet, which will help to more effectively stimulate the growth of animal productivity. The aim of the work was to investigate the role of the autonomic nervous system in protein metabolism and to take into account the individual characteristics of the poultry organism, characterized by different tone of the autonomic nervous system. The formation of experimental groups of animals was carried out by electrocardiographic examination using the Baevsky method, on the basis of which three experimental groups of animals were formed: normotonics, vagotonics, and sympathotonics. The blood serum was studied using a LabLine-010 spectrophotometer (Austria) and test systems from Laboratory Granum LLC, Kharkiv. According to the results of the biochemical study, it was found that the content of total protein, which was compared with the experimental group of normotonics (46.10±1.35 g/l) with a balanced sympathovagal balance, was 14.8 % lower than that of the experimental group of sympathotonics (54.10±2.60 g/l) (P<0.01) and 18.1 % lower than that of the experimental group of vagotonics (56.30±1.90 g/l) (P<0.01). The albumin content, which was compared with the experimental group of normotonics (4.56±0.55 g/l) with a balanced sympathovagal balance, was 40.55 % lower than that of the experimental group of sympathotonics (6.96±0.49 g/l) (P<0.001) and 1.5 times lower than that of the experimental group of vagotonics (7.67±0.38 g/l) (P<0.01). The creatinine content compared to the normotonic group (47.12±0.77) with a balanced sympathovagal balance was lower than that of the experimental group by 6.77 % compared to the experimental group of vagotonic poultry (7.67±0.38 g/l) (P<0.001). Taking into account the individual characteristics of the poultry organism and establishing the tone of the autonomic nervous system, it was determined that the autonomic nervous system has an effect on protein metabolism in poultry. The prospect of further research is to study the use of nanoaquahelate preparations to improve productivity and metabolic processes, taking into account the tone of the autonomic nervous system.

Keywords: poultry, protein, autonomic regulation, blood, productivity.

Взаємозв'язок білкового обміну та автономної нервової системи у курей-несучок

O. В. Кульбако¹ | В. І. Карповський¹ | О. В. Журенко¹ | І. А. Гришук¹ | П. В. Карповський¹ | Д. І. Криворучко¹ | А. В. Гришук²

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна

² Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Полтава, Україна

Вивчення факторів впливу на процеси обміну білків у організмі птиці допоможе краще збалансувати раціон, що допоможе більш ефективно стимулювати зріст продуктивності тварин. Метою роботи було дослідити роль автономної нервової системи у білковому обміні та врахувати індивідуальні особливості організму птиці, що характеризувалися різним тонусом автономної нервової системи. Формування дослідних груп тварин виконувалося завдяки електрокардіографічному дослідженню з методикою Баєвського, на підставі якої було сформовано три дослідні групи тварин: нормотоніки, ваготоніки, симпатотоніки. Дослідження сироватки крові виконувалося за допомогою спектрофотометра LabLine-010 (Австрія) та тест систем від ТОВ «Лабораторія Гранум» м. Харків. За результатами біохімічного дослідження встановлено, що вміст загального білку, що порівнювався відносно дослідної групи нормотоніків (46,10±1,35 г/л) із збалансованим симпатовагусним балансом був меншим відносно дослідної групи симпатотоніків (54,10±2,60 г/л) на 14,8 % (P<0,01) та на 18,1 % менший відносно дослідної групи ваготоніків (56,30±1,90 г/л) (P<0,01). Вміст альбумінів, що порівнювався відносно дослідної групи нормотоніків (4,56±0,55 г/л) із збалансованим симпатовагусним балансом був меншим відносно дослідної групи симпатотоніків (6,96±0,49 г/л) на 40,55 % (P<0,001) та у 1,5 рази менший відносно дослідної групи ваготоніків (7,67±0,38 г/л) (P<0,01). Вміст креатиніну, що порівнювався відносно дослідної групи нормотоніків (47,12±0,77) із збалансованим симпатовагусним балансом був меншим відносно дослідної групи менший на 6,77 % відносно дослідної групи ваготоніків (7,67±0,38 г/л) (P<0,001). Врахувавши індивідуальні особливості організму птиці та встановивши тонус автономної нервової системи, визначено, що автономна нервова система має вплив на білковий обмін у птиці. Перспективою подальшого дослідження є вивчення питання застосування препаратів наноаквахелатів для покращення продуктивності і метаболічних процесів із врахування тону автономної нервової системи.

Ключові слова: птиця, білок, автономна регуляція, кров, продуктивність.

Бібліографічний опис для цитування: Кульбако О. В., Карповський В. І., Журенко О. В., Гришук І. А., Карповський П. В., Криворучко Д. І., Гришук А. В. Взаємозв'язок білкового обміну та автономної нервової системи у курей-несучок. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 89–94.

Introduction

Protein metabolism plays a significant role in the development of laying hens, which will significantly affect their productivity [3]. It has been established that 4–6 weeks before the first egg-laying, the development of secondary reproductive organs and follicle growth in the ovary occurs in birds. The highest consumption of energy organic compounds and protein is used during the period of active egg-laying. Thanks to the successful adjustment of these components, it is possible to maintain a stable flock productivity, especially in the first period of egg-laying [7, 9]. It has been established that protein and poultry productivity are interdependent, as evidenced by the fact that the increase in protein in the diet increases productivity. Taking this feature into account, the need for protein-rich plant feeds in poultry farms is growing [2, 8].

The use of large amounts of protein to improve poultry performance is not a one hundred percent solution. This is because this issue combines additional factors [5, 20]. The first of which is the issue of protein metabolism, it is worth considering that the body has systems for regulating metabolic processes. The second issue that arises when improving protein metabolism is that excessive protein consumption in poultry farms causes an environmental problem [16, 18]. Returning to the issue of systems that correct metabolic processes, it is worth noting neurohumoral regulation. It is the combined work of the nervous system and hormones that maintains the body's homeostasis. It is worth noting that each animal has individual characteristics of metabolic processes. Since each organism is not identical to the other, identifying these differences is important to help better balance the animal's diet to improve metabolic processes [17, 19].

Determining the tone of the autonomic nervous system will facilitate the analysis of individual animal characteristics, which will help to better study metabolic processes in the body. Further, understanding this issue provides scientists with a foundation for improving the course of metabolic processes in the animal body, which will become a source of necessary information for production, which will improve productivity [1, 12].

The purpose of the study

The aim of the work was to investigate the role of the autonomic nervous system in protein metabolism and to take into account the individual characteristics of the poultry organism, characterized by different tone of the autonomic nervous system.

Materials and methods

An electrocardiographic study was performed with the recording of electrical potentials of the bird's heart for at least 100 cardiac intervals. The electrodes of the cardiograph were placed at the site of the humerus and tibia. Blood samples were taken at the age of 4.5 months from the saphenous vein of the shoulder, after a fasted diet.

To obtain serum, the samples were incubated in a thermostat at 37°C. Total protein was determined using a LabLine-010 spectrophotometer (Austria). To determine total protein, a test system from Laboratory Granum LLC (Kharkiv) was used. Kharkiv. Measurement conditions: wavelength 540 (530–650) nm cuvette with an optical layer thickness of 1 cm, temperature 15–25 °C. Before using the reagents, they were kept at room temperature for 30 minutes. After that, the following samples were prepared for analysis according to the *table 1*:

Table 1

Scheme of reagents application for the study

Parameters	Blank sample	Standard sample	The prototype
Reagent 1 (ml)	1,0	1,0	1,0
Standard, (ml)	–	0,025	–
Sample (ml)	–	–	0,025

The samples were mixed and placed in a thermostat at 37 °C for 5 min. After that, measurements were made on a photolorimetry in cuvettes with an optical layer thickness of 10 mm relative to the blank sample at a wavelength of 540 (530–650) nm.

The results were calculated according to the formula:

$$C_t = \frac{E_t}{E_{st}} \times C_{st} \quad (1)$$

C_t – is the concentration of total protein in the test sample, g/l.

E_t – is the optical density of the test sample, optical density units.

E_{st} – optical density of the standard, optical density units.

C_{st} – is the content of total protein in the standard, 70.0 g/l.

For the determination of albumin, a test system from Laboratory Granum LLC was used. Kharkiv. Measurement conditions: wavelength 630 (600–650) nm cuvette with an optical layer thickness of 1 cm, temperature 15–25 °C. Before using the reagents, they were kept at room temperature for 30 minutes. After that, the following samples were prepared for analysis according to the *table 2*:

Table 2

Scheme of reagents application for the study

Parameters	Blank sample	Standard sample	Prototype
Reagent 1 (ml)	1.0	1.0	1.0
Standard, (ml)	–	0.005	–
Sample (ml)	–	–	0.005

The samples were mixed and placed in a thermostat at 37 °C for 5 min. After that, measurements are made on a photolorimetry in cuvettes with an optical layer thickness of 10 mm relative to the blank sample at a wavelength of 630 (600–650) nm.

The albumin concentration is calculated by the formula:

$$C_t = \frac{E_t}{E_{st}} \times C_{st} \quad (1)$$

C_t – is the concentration of total protein in the test sample, g/l.

E_t – is the optical density of the test sample, optical density units.

E_{st} – optical density of the standard, optical density units.

C_{st} – is the content of total protein in the standard, 50 g/l.

For the determination of creatinine, a test system from Laboratory Granum LLC was used. Kharkiv. Measurement conditions: wavelength 500 (490–520) nm cuvette with an optical layer thickness of 1 cm, temperature 15–25 °C. Before using the reagents, they were kept at room temperature for 30 minutes. After that, the following samples were prepared for analysis according to the **table 2**:

Table 3

Scheme of reagents for the study

Parameters	Experimental sample	Standard sample	Blank sample
Prototype ml	0.5	–	–
Distilled water ml	1.0	1.0	1.5
Standard ml	–	0.5	–
Working solution 3	0.5	0.5	0.5
Stir for 5 minutes. Then centrifuge the sample for 10 min at 3000 rpm			
Supernatant ml	1.0	1.0	1.0
Working reagent 1 ml	0.5	0.5	0.5
Working reagent 2 ml	0.5	0.5	0.5

The samples were mixed and placed in a thermostat at 37 °C for 5 min. After that, measurements are performed on a photocolometry in cuvettes with an optical layer thickness of 10 mm relative to the blank sample at a wavelength of 500 (490–520) nm.

The globulin concentration is calculated by the formula:

$$C_t = \frac{E_t}{E_{st}} \times C_{st} \quad (3)$$

C_t – is the concentration of total protein in the test sample, µmol/L.

E_t – is the optical density of the test sample, optical density units.

E_{st} – optical density of the standard, optical density units.

C_{st} – is the content of total protein in the standard, 166 µmol/L.

Statistical analysis of the results was calculated using Microsoft Excel software. The probability of the difference between the obtained indicators was calculated using the Student's method. Differences between the

compared indicators were considered significant at the level of significance $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.001$.

Results and discussion

During the biochemical analysis of blood plasma of poultry at the age of 60 days, the following indicators were found for the experimental group of normotonics (**Table 4**).

Table 4

Indicators of the protein fraction in the blood serum of poultry of the experimental group of normotonics at the age of 4.5 months (n=5)

Indicators	NVB	SE	M	SD	A	Min	Max
Total protein, g/l	5	0.61	46.10	1.35	0.07	44.44	47.90
Albumin, g/l	5	0.25	4.56	0.55	-1.98	3.60	4.90
Creatinine, µmol/l	5	0.34	47.12	0.77	1.53	46.40	48.40

Note: NVB – number of valid observations, SE – standard error, M – mean value, SD – standard deviation, A – asymmetry, Min – minimum value, Max – maximum value.

According to the results of biochemical studies of poultry blood plasma, it was found that the content of total protein in normotonics on day 60 ranged from 44.44 to 47.90 g/l with an average value of 46.10 ± 1.35 g/l. The albumin content ranged from 3.60 to 4.90 g/l and had an average value of 4.56 ± 0.55 g/l. The creatinine content in the experimental group of normotonics ranged from 46.40 to 48.40 µmol/L with an average baseline value of 47.12 ± 0.77 µmol/L.

According to the results of biochemical analysis of blood plasma, the experimental group of sympathotonics had differences in the content of total protein and albumin with creatinine in contrast to other experimental groups (**Table 5**).

Table 5

Indicators of the protein fraction in the blood serum of poultry of the experimental group of sympathotonics at the age of 4.5 months (n=5)

Indicators	NVB	SE	M	SD	A	Min	Max
Total protein, g/l	5	1.17	54.1	2.60	-1.70	49.7	56.1
Albumin, g/l	5	0.22	6.96	0.49	-0.26	6.40	7.50
Creatinine, µmol/l	5	2.53	47.92	5.66	0.96	41.20	56.90

Note: NVB – number of valid observations, SE – standard error, M – mean value, SD – standard deviation, A – asymmetry, Min – minimum value, Max – maximum value.

Based on the biochemical study of blood plasma of the experimental group of sympathotonics, it was found that total protein ranged from 49.70 to 56.10 g/l with an average value of 54.10 ± 2.60 g/l. The albumin content in this bird ranged from 6.40 to 7.50 g/l and averaged 6.96 ± 0.49 g/l. In this experimental group of sympathotonics, the creatinine content in the blood plasma was in the range of 41.20–56.90 µmol/L with an average value of 47.92 ± 5.66 µmol/L.

The experimental group of vagotonics according to the results of biochemical studies had differences in the content of total protein, albumin and creatinine in the blood plasma (*Table 6*).

Table 6

Indicators of the protein fraction in the blood serum of poultry of the experimental group of vagotonics at the age of 4.5 months (n=5)

Indicators.	NVB	SE	M	SD	A	Min	Max
Total protein, g/l	5	0.86	56.30	1.90	-0.14	53.70	58.70
Albumin, g/l	5	0.17	7.67	0.38	0.50	7.25	8.20
Creatinine, $\mu\text{mol/l}$	5	0.34	50.54	0.76	0.19	49.60	51.50

Note: NVB – number of valid observations, SE – standard error, M – mean value, SD – standard deviation, A – asymmetry, Min – minimum value, Max – maximum value.

It was determined that in the experimental group of vagotonics, total protein values ranged from 53.70 to 58.70 g/l, which amounted to an overall average value of 56.30 ± 1.90 g/l. According to the results of biochemical analysis, the albumin content ranged from 7.25 to 8.20 g/l and had an average value of 7.67 ± 0.38 g/l. In the experimental group of vagotonics, the obtained globulin values ranged from 49.60 to 51.50 $\mu\text{mol/L}$ and had an average value of 50.54 ± 0.76 $\mu\text{mol/L}$.

The results of the analysis of total protein content revealed differences in the indicators among the experimental groups of animals with different tone of the autonomic nervous system. The experimental group of normotonics, whose indicators were the basis for comparison with other experimental groups of poultry, since they had a balanced effect of the sympathetic and parasympathetic nervous system, determined that the content of sympathotonics was 23.19 % higher ($P < 0.01$), and in vagotonics the content was 18.38 % ($P < 0.01$) (*Fig. 1*).

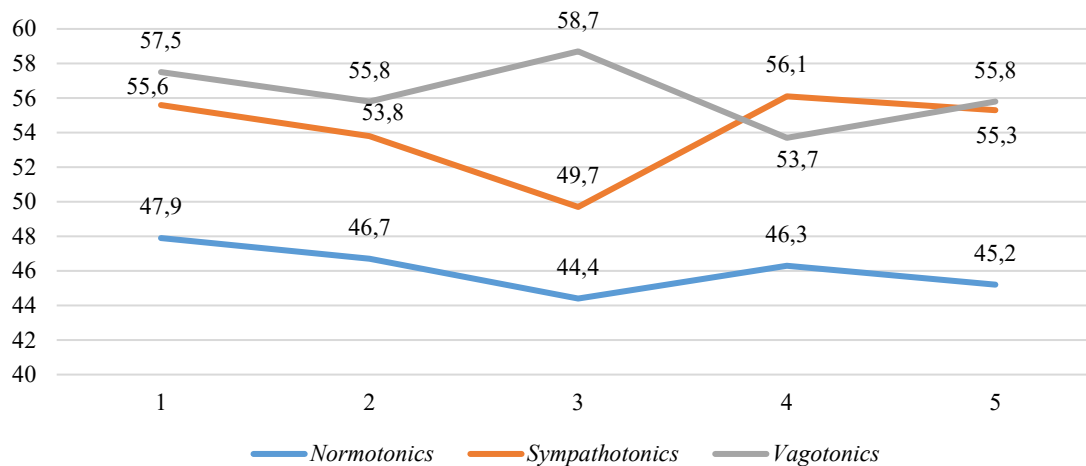


Figure 1. Total protein content in blood plasma of experimental poultry groups

The statistical analysis of the results of biochemical analysis of albumin content in poultry blood plasma revealed differences in the protein fraction. It was determined that the indicators in the experimental group of normotonics were 40.55 % lower than in the

experimental group of sympathotonics ($P < 0.001$). The experimental group of vagotonics had a higher content of albumin compared to normotonics by 1.5 times ($P < 0.01$) (*Fig. 2*).

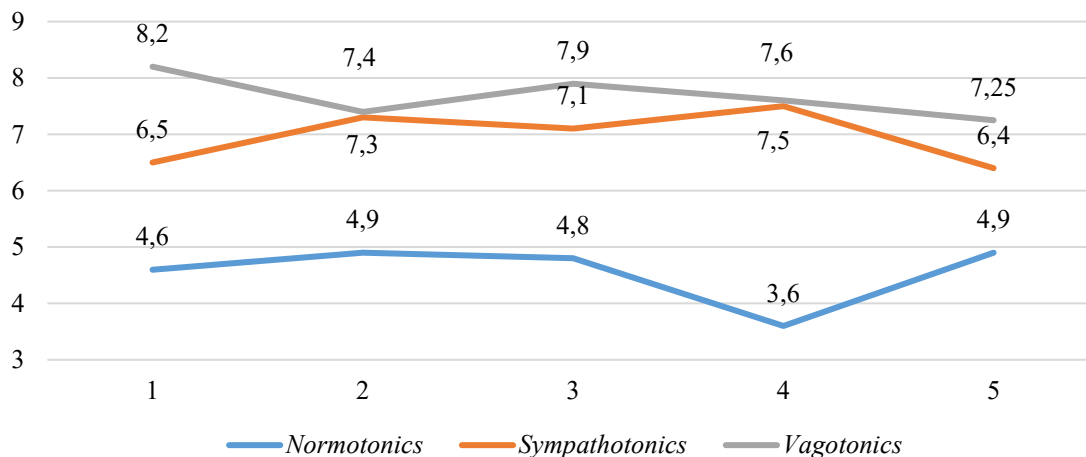


Figure 2. Albumin content in blood plasma of experimental groups of poultry

During the biochemical analysis of creatinine content, differences in indicators were found among the experimental groups of poultry with different tone of autonomic nervous regulation. Thus, in the

experimental group of normotonics, creatinine levels at the age of 4.5 months were 6.77% lower than in the experimental group of vagotonics ($P < 0.001$) (Fig. 3).

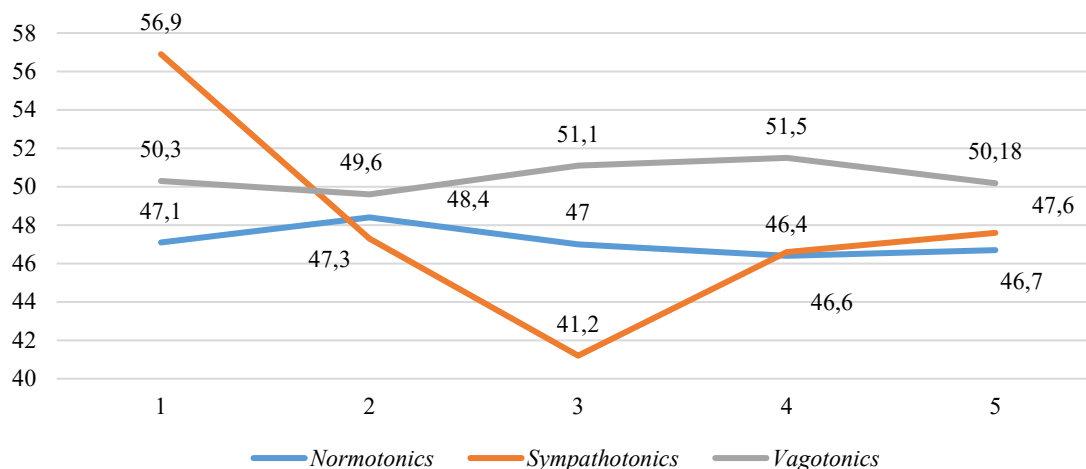


Figure 3. Globulin content in blood plasma of experimental poultry groups

Protein metabolism is very important for the poultry body. A sufficient amount of protein ensures a stable increase in muscle mass and productivity [14]. To assess protein metabolism, the best method is to evaluate biochemical parameters. Thanks to them, it is possible to better assess anabolic and catabolic processes, which will provide a clearer forecast in predicting poultry productivity [4, 6].

According to research, protein supplements with lower crude protein levels are often used to improve protein metabolism. The need to reduce the level of crude protein is necessary to prevent nitrogen imbalance, which is quite important for growing poultry that is growing rapidly [13, 15]. Also, due to the intensive metabolism of proteins in poultry and their significant accumulation in a small space, it causes the development of an environmental disaster. The reason for this is the growth of a large number of gases that negatively affect the ecological state of the planet [10, 11].

Summarizing the results, it was determined that depending on the individual characteristics of the animal's body, protein metabolism differs. This is evidenced by differences in the content of total protein, albumin, and creatine. Based on this, we can assert that the tone of the autonomic nervous system and protein metabolism processes are interdependent. Taking this into account, when studying protein metabolism and introducing new food additives into the poultry diet, it is necessary to divide animals according to the tone of the autonomic nervous system for better results.

Conclusions

It has been established that the tone of the autonomic nervous system has an effect on protein metabolism in the poultry body. The differences in the content of protein fractions of blood between experimental groups of animals, namely between normotonics, vagotonics and sympathotonics, were determined. Normotonics have the lowest levels of total protein, albumin and creatinine.

Vagotonics have the highest protein content among the experimental groups of poultry. Taking into account the individual characteristics of the poultry organism, laying hens farms will be able to balance the feed ration more effectively, which will increase the productivity of the entire flock.

The prospect of further research is to study methods of correcting protein metabolism and the use of nano-aquaehelates taking into account the tone of the autonomic nervous system.

Conflict of interest


The authors declare no conflict of interest.

References

- Adeniyi, M. (2022). Impacts of Environmental Stressors on Autonomic Nervous System. *Autonomic Nervous System - Special Interest Topics*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101842>
- Barzegar, S., Wu, S.-B., Choct, M., & Swick, R. A. (2020). Factors affecting energy metabolism and evaluating net energy of poultry feed. *Poultry Science*, 99 (1), 487–498. <https://doi.org/10.3382/ps/pez554>
- Castro, F. L. de S., & Kim, W. K. (2020). Secondary functions of arginine and sulfur amino acids in poultry health: Review. *Animals*, 10 (11), 2106. <https://doi.org/10.3390/ani10112106>
- Chrystal, P. V., Greenhalgh, S., McInerney, B. V., McQuade, L. R., Akter, Y., de Paula Dorigam, J. C., Selle, P. H., & Liu, S. Y. (2021). Maize-based diets are more conducive to crude protein reductions than wheat-based diets for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 275, 114867. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114867>
- Dal Bosco, A., Mattioli, S., Cartoni Mancinelli, A., Cotozzolo, E., & Castellini, C. (2021). Extensive rearing systems in poultry production: the right chicken for the right farming system. a review of twenty years of scientific research in Perugia University, Italy. *Animals*, 11 (5), 1281. <https://doi.org/10.3390/ani11051281>
- Dankevych, N. I., Kovbasenko, V. M., Tarasenko, L. O., & Kushch, M. M. (2020). Effect of feed additives from marine hydrobionts on the protein metabolism condition in broiler chickens. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (1), 339–343. https://doi.org/10.15421/2020_53

7. Geng, S., Huang, S., Ma, Q., Li, F., Gao, Y., Zhao, L., & Zhang, J. (2021). Alterations and correlations of the gut microbiome, performance, egg quality, and serum biochemical indexes in laying hens with low-protein amino acid-deficient diets. *ACS Omega*, 6 (20), 13094–13104. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c00739>
8. Greenhalgh, S., Chrystal, P. V., Selle, P. H., & Liu, S. Y. (2020). Reduced-crude protein diets in chicken-meat production: justification for an imperative. *World's Poultry Science Journal*, 76 (3), 537–548. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1789024>
9. Gu, Y. F., Chen, Y. P., Jin, R., Wang, C., Wen, C., & Zhou, Y. M. (2021). Age-related changes in liver metabolism and antioxidant capacity of laying hens. *Poultry Science*, 100 (12), 101478. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101478>
10. Harlap, S. Y., Kadirov, N. N., Gorelik, L. S., Meshcheryakova, G. V., & Mukhamedyarova, L. G. (2021). Age-related variability of indicators of protein metabolism in the blood of laying hens. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 677 (4), 042019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/4/042019>
11. Kim, C.-H., & Kang, H.-K. (2022). Effects of energy and protein levels on laying performance, egg quality, blood parameters, blood biochemistry, and apparent total tract digestibility on laying hens in an aviary system. *Animals*, 12 (24), 3513. <https://doi.org/10.3390/ani12243513>
12. LeBouef, T., Yaker, Z., & Whited, L. (2023). Physiology, Autonomic Nervous System. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538516/>
13. Liu, S. Y., Macelline, S. P., Chrystal, P. V., & Selle, P. H. (2021). Progress towards reduced-crude protein diets for broiler chickens and sustainable chicken-meat production. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12 (1). <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00550-w>
14. Nikravesh-Masouleh, T., Seidavi, A., Solka, M., & Dadashbeiki, M. (2021). Using different levels of energy and protein and their effects on bodyweight and blood chemistry of ostriches. *Veterinary Research Communications*, 45 (2–3), 129–139. <https://doi.org/10.1007/s11259-021-09792-5>
15. Qaid, M. M., & Al-Garadi, M. A. (2021). Protein and Amino acid metabolism in poultry during and after heat stress: a review. *Animals*, 11 (4), 1167. <https://doi.org/10.3390/ani11041167>
16. Sedgh-Gooya, S., Torki, M., Darbemamieh, M., Khamisabadi, H., Karimi Torshizi, M. A., & Abdolmohamadi, A. (2020). Yellow mealworm, *Tenebrio molitor* (Col: Tenebrionidae), larvae powder as dietary protein sources for broiler chickens: Effects on growth performance, carcass traits, selected intestinal microbiota and blood parameters. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105 (1), 119–128. <https://doi.org/10.1111/jpn.13434>
17. Tomaszewska, E., Świątkiewicz, S., Arczewska-Włosek, A., Wojtysiak, D., Dobrowolski, P., Domaradzki, P., Świetlicka, I., Donaldson, J., Hulas-Stasiak, M., & Muszyński, S. (2020). Alpha-ketoglutarate: an effective feed supplement in improving bone metabolism and muscle quality of laying hens: a preliminary study. *Animals*, 10 (12), 2420. <https://doi.org/10.3390/ani10122420>
18. Wan, Y., Ma, R., Khalid, A., Chai, L., Qi, R., Liu, W., Li, J., Li, Y., & Zhan, K. (2021). Effect of the pellet and mash feed forms on the productive performance, egg quality, nutrient metabolism, and intestinal morphology of two laying hen breeds. *Animals*, 11 (3), 701. <https://doi.org/10.3390/ani11030701>
19. Wu, G. (2021). Nutrition and Metabolism: foundations for animal growth, development, reproduction, and health. *Recent Advances in Animal Nutrition and Metabolism*, 1–24. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85686-1_1
20. Xin, Q., Ma, N., Jiao, H., Wang, X., Li, H., Zhou, Y., Zhao, J., & Lin, H. (2022). Dietary energy and protein levels during the prelay period on production performance, egg quality, expression of genes in hypothalamus-pituitary-ovary axis, and bone parameters in aged laying hens. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.887381>

ORCID

- O. Kulbako  <https://orcid.org/0009-0003-3019-7748>
V. Karpovsky  <https://orcid.org/0000-0003-3858-0111>
O. Zhurenko  <https://orcid.org/0000-0002-4933-0372>
I. Hryshchuk  <https://orcid.org/0000-0003-2571-6876>
P. Karpovsky  <https://orcid.org/0009-0002-8113-423X>
D. Krivoruchko  <https://orcid.org/0000-0003-1788-6090>
A. Hryshchuk  <https://orcid.org/0000-0002-4608-337X>



© 2024 Kulbako O. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Characteristics of the latent period of staphylococcal phages isolated from pyoderma in dogs

V. Stroich | Y. Horiuk✉

Article info

Correspondence Author

Y. Horiuk

E-mail:

goruky@ukr.netPodillia State University,
12, Shevchenko Str.,
Kamianets-Podilskyi, 32316,
Ukraine**Citation:** Stroich, V., & Horiuk, Y. (2024). Characteristics of the latent period of staphylococcal phages isolated from pyoderma in dogs. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 95–99. doi: 10.31210/spi2024.27.03.15

One of the diseases of dogs for which antibiotics are often used is pyoderma. The causative agents of this disease are usually autochthonous skin bacteria of the species *Staphylococcus* spp. (*S. pseudintermedius*, *S. aureus* and others). However, the ability to effectively treat pyoderma in dogs is now severely limited by the emergence of multidrug-resistant, methicillin-resistant staphylococci (MRS). Taking this trend into account, we set ourselves the task of developing a safe method of treating this disease without the use of antibiotics, but with the help of bacteriophages lytic to staphylococci isolated from the skin. The purpose of this work was to check the lytic cycle of the development of selected four bacteriophages active against species of bacteria of the genus *Staphylococcus*, which will later become the basis of a phage preparation for the treatment of pyoderma in dogs. Isolation, identification and production of staphylococcal bacteriophages was carried out according to the generally accepted method of Oliveira et al. To establish the latent period of the isolated phages, the method of a single cycle of phage reproduction was used. It was established that phage *S.a 4* during cultivation in a medium with *Staphylococcus aureus* was characterized by a gradual release of virions, and at 50 min of incubation, the maximum number of phage colonies in the medium was recorded – 7.65 log BUO/ml. The study of the dynamics of the development of phage *S.p 2* revealed a more intense infectious process than phage *S.a 4*. In particular, the latent period of phage *S.p 2* was 10 minutes shorter than that of phage *S.a 4* and was 40 minutes. During this time, phage development occurred with the destruction of staphylococcal cells and the release of a large number of phages of 7.91 log BUO/ml, which is considered good because it will contribute to the infection of other microbial cells in the inflammatory focus. The infection process with the participation of phage *S.she 3* was characterized by a short latent period, since the maximum number of vibrios was released at the 40 th minute of incubation. At the same time, during the development of this phage, a smaller number of virions is released, compared with the development of phages *S.a 4* and *S.p 2*. The lytic process with the participation of phage *S.e 5* was approximately similar to phage *S.she 3*. The only difference was that the phage *S.she 3* latent period was 10 min longer and amounted to 50 min, compared to phage *S.e 5* (40 min). Therefore, all isolated phages had a satisfactory latent period, which makes it possible to use them for the production of a bacteriophage preparation for the treatment of inflammatory processes on the skin of dogs.

Key words: bacteriophages, latent period of phages, pyoderma, dogs, antibiotic resistance, staphylococci.

Характеристика латентного періоду стафілококових фагів, виділених за піодермії у собак

В. В. Строїч | Ю. В. Горюк

Заклад вищої освіти
«Подільський державний
університет»,
м. Кам'янець-Подільський,
Україна

Одним із захворювань собак за якого часто застосовують антибіотики є піодермія. Збудниками даного захворювання зазвичай є автохтонні бактерії шкіри видів *Staphylococcus* spp. (*S. pseudintermedius*, *S. aureus* та інші). Однак здатність ефективно лікувати піодермії у собак зараз суттєво обмежена через появу мультирезистентних, метицилінрезистентних стафілококів (MRS). Враховуючи таку тенденцію нами було поставлено завдання розробити безпечний спосіб лікування даного захворювання без використання антибіотиків, а за допомогою виділених зі шкіри бактеріофагів літичних до стафілококів. Метою даної роботи було перевірити літичний цикл розвитку виділених чотирьох бактеріофагів активних щодо видів бактерій роду *Staphylococcus*, які в подальшому стануть основою у фаговому препараті для лікування піодермії собак. Виділення, ідентифікація та отримання стафілококових бактеріофагів проводили за загальновізною за методикою Oliveira. Для встановлення періоду латентного часу у виділених фагів використовували спосіб одиночного циклу розмноження фага. Встановлено, що фаг *S.a 4* під час культивування у середовищі із золотистим стафілококом характеризувався поступовим вивільненням віронів і на 50 хв інкубації реєстрували максимальну кількість фагових колоній в середовищі – 7,65 log БУО/мл. Дослідження динаміки розвитку фагу *S.p 2* виявило інтенсивніший інфекційний процес, ніж фагу *S.a 4*. Зокрема латентний період у фагу *S.p 2* був на 10 хв коротший, ніж фагу *S.a 4* і становив 40 хв. Протягом цього часу відбувався розвиток фагу з руйнуванням клітин стафілококів і вивільненням великої кількості фагів 7,91 log БУО/мл, що вважається добрим оскільки буде сприяти зараженню інших мікробних клітин у запальному вогнищі. Інфекційний процес за участі фагу *S.she 3* характеризувався коротким латентним періодом, оскільки максимальна кількість віронів вивільнялася на 40-ву хвилину інкубації. Водночас під час розвитку даного фагу вивільняється менша кількість віронів, порівнюючи з розвитком фагів *S.a 4* й *S.p 2*. Літичний процес за участі фагу *S.e 5* був приблизно аналогічний як і фага *S.she 3*. Відмінність полягала тільки в тому, що у фагу *S.she 3* латентний період був на 10 хв довший і становив 50 хв, порівнюючи з фагом *S.e 5* (40 хв). Отже, усі виділені фаги мали задовільний латентний період, що дає можливість їх використовувати для виробництва бактеріофагового препарату для лікування запальних процесів на шкірі собак.

Ключові слова: бактеріофаги, латентний період фагів, піодермія, собаки, антибіотикорезистентність, стафілококи.**Бібліографічний опис для цитування:** Строїч В. В., Горюк Ю. В. Характеристика латентного періоду стафілококових фагів, виділених за піодермії у собак. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 95–99.

Вступ

Для профілактики та лікування запальних захворювань звичайною практикою протягом десятиліть було використання антибіотиків [1–3]. Це призвело до надмірного використання антибіотиків, що спричинило зниження їх ефективності через появу та поширення стійких бактерій [4–6]. У даний час кількість антибіотиків, що використовуються у тваринництві, є найбільшою частиною серед усіх антибіотиків, що використовуються у всьому світі, перевищуючи ті, що використовуються в медицині [7]. Зокрема в останні роки в тваринництві по всьому світу використовується протягом одного року приблизно 65 тонн протимікробних препаратів [8, 9]. До 2030 року споживання антибіотиків очікується зросте на 65 % [10, 11]. Враховуючи наявну тенденцію до широкомасштабного використання антимікробних препаратів, очевидним є факт, що сьогодні світ стикається зі зростаючою появою бактерій, стійких до антибіотиків. Водночас заборона до використання деяких існуючих антибіотиків й відсутність розробки нових протимікробних засобів, викликали нагальну потребу в пошуку нових альтернатив проти збудників запалення тварин [12–14].

Бактеріофаги та їх похідні (ендолізени) вважаються цінними альтернативними антимікробними речовинами [15, 16]. Бактеріофаги (фаги) – це віруси, які специфічно заражають бактерії, які можуть вбивати та лізувати бактерії, які вони інфікують [17, 18], будучи нешкідливими для людини, тварин і рослин. Бактеріофаги є природними хижаками бактерій, всюдисущими в навколишньому середовищі, з високою специфічністю до господаря та нешкідливими для тварин. З цих причин фаги та їх похідні вважаються цінними антимікробними альтернативами, що в перспективі дадуть можливість скоротити поточне використання антибіотиків у ветеринарії та медицині [19].

Одним із захворювань серед собак за якого часто застосовують антибіотики є піодермія. Збудниками даного захворювання зазвичай є автохтонні бактерії шкіри видів *Staphylococcus* spp. (*S. pseudintermedius*, *S. aureus* та інші) [20]. Однак здатність ефективно лікувати піодермію у собак зараз суттєво обмежена через появу мультирезистентних, метицилін-резистентних стафілококів (*MRS*), а також обмеженням на призначення антимікробних препаратів для домашніх тварин [21, 22]. Враховуючи таку тенденцію нами було поставлено завдання розробити безпечний спосіб лікування даного захворювання без використання антибіотиків, а за допомогою виділених зі шкіри бактеріофагів літичних до стафілококів.

Мета дослідження

Метою даної роботи було перевірити літичний цикл розвитку виділених чотирьох бактеріофагів активних щодо видів бактерій роду *Staphylococcus*, які в подальшому стануть основою у фаговому препараті для лікування піодермії собак.

Матеріали і методи

Дослідження проведено в Закладі вищої освіти «Подільський державний університет». Виділення, ідентифікація та отримання стафілококових бактеріофагів проводили за загально визнаною методикою Oliveira et al. [23]. Для встановлення періоду латентного часу у виділених фагів використовували спосіб одиночного циклу розмноження фага [24].

Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням програми Statistica 9.0 (StatSoft Inc., USA). Визначали середнє арифметичне (m), стандартну похибку середньої величини ($M \pm m$). Різниця між величинами вважалася вірогідною за P не нижче 0,05.

Результати та їх обговорення

У попередніх дослідженнях нами з вогнищ запалення за піодермії собак виділено та ідентифіковано чотири літичних стафілококових фагів, зокрема, фаг *S.a 4* активний щодо *S. aureus*; фаг *S.p 2* літичний щодо *S. pseudintermedius*; фаг *S.she 3* – щодо *S. schleiferi* subsp. *coagulans*; фаг *S.e 5* – щодо *S. epidermidis* [25]. Водночас використання фагів у лікувальному препараті передбачає необхідність їх всебічного дослідження, а одним із методів, який характеризує швидкість накопичення віріонів в середовищі застосування є визначення їх латентного періоду. Саме такі дослідження було проведено із виділеними чотирма фагами.

Виявлено (*рис. 1*), що фаг *S.a 4* під час культивування в середовищі із золотистим стафілококом характеризувався поступовим вивільненням віронів і на 50 хв інкубації реєстрували максимальну кількість фагових колоній в середовищі – 7,65 log БУО/мл. Це вказує, що латентний період для даного фагу становить приблизно 50 хв, за цей час кількість активних вірусних частин збільшується приблизно на 4 порядки, що вважається задовільним для розвитку фагу.

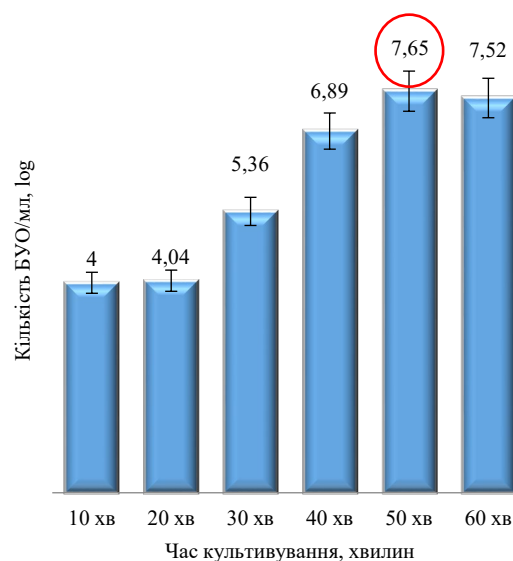


Рис. 1. Латентний період фагу *S.a 4*

Дослідження динаміки розвитку фагу *S.p 2* виявило (рис. 2) інтенсивніший інфекційний процес, якщо порівнювати із розвитком фагу *S.a 4*.

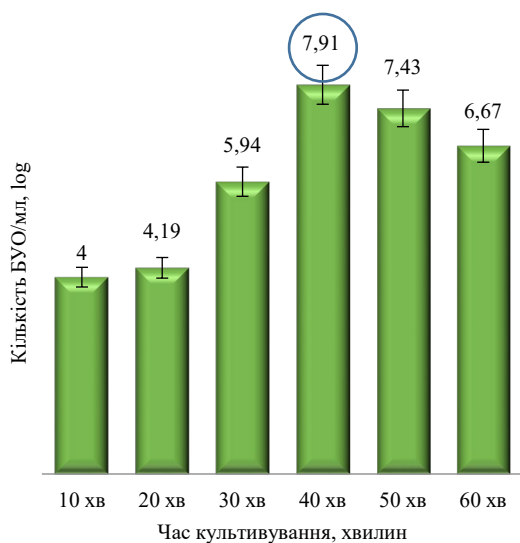


Рис. 2. Латентний період фагу *S.p 2*

Зокрема латентний період у фагу *S.p 2* був на 10 хв коротший, ніж фагу *S.a 4* і становив 40 хв. Протягом цього часу відбувався розвиток фагу з руйнуванням клітин стафілококів і вивільненням великої кількості фагів 7,91 log БУО/мл, що вважається добрим оскільки буде сприяти зараженню інших мікробних клітин у запальному вогнищі.

Аналізуючи динаміку розвитку фагу *S.she 3* (рис. 3) відмічаємо, що інфекційний процес характеризувався коротким латентним періодом, оскільки максимальна кількість віріонів вивільнялася на 40-ву хв інкубації. Водночас під час розвитку даного фагу вивільняється менша кількість віріонів, порівнюючи з розвитком фагів *S.a 4* й *S.p 2*. Так під час латентного періоду розвитку фагу *S.she 3* кількість віріонів становила 6,73 log БУО/мл, тобто збільшилася на 2,7 порядки, а фагів *S.a 4* й *S.p 2* на 3,6 та 3,9 порядки, відповідно.

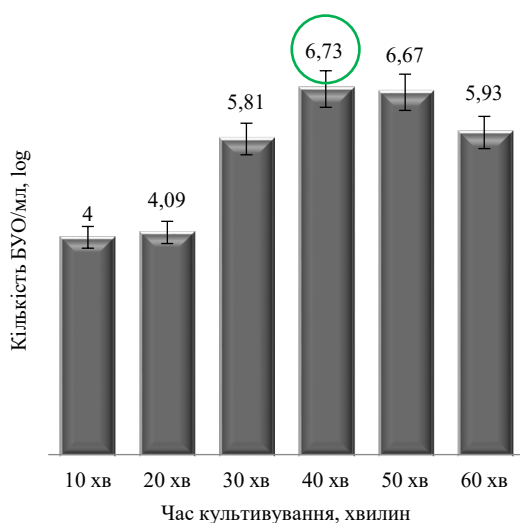


Рис. 3. Латентний період фагу *S.she 3*

Характеристика літичного процесу за участі фагу *S.e 5* (рис. 4) виявила приблизно ту ж саму закономірність щодо кількості вивільнених віріонів, як і за розвитку фагу *S.she 3*. Відмінність полягала тільки в тому, що у фагу *S.she 3* латентний період був на 10 хв довший і становив 50 хв, порівнюючи з фагом *S.e 5* (40 хв).

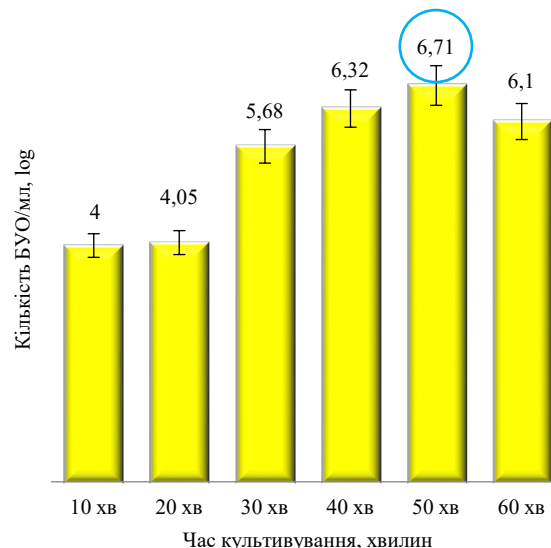


Рис. 4. Латентний період фагу *S.e 5*

Отже, узагальнююче даний дослід, відзначаємо, що виділені чотири літичні фаги до культур стафілококів, які виявляються у запальному процесі за піодермії, мали латентний період від 40 до 50 хв при цьому кількість вивільнених віріонів становила від 6,71 до 7,91 log БУО/мл. Такий латентний період та кількість вивільнених віріонів є цілком задовільним для використання даних фагів у технології виробництва фагового препарату з лікувальною метою проти стафілококів.

Фаги можуть бути використані з лікувальною метою лише в тому випадку, якщо вони проявляють літичний цикл розвитку у клітинах своїх господарів, адже лізогенні штами вірусу не здатні до лізису бактеріальних клітин [26, 27]. Тому виділені нами чотири стафілококові фаги були перевірені на інтенсивність розвитку фагової інфекції в умовах *in vitro*. Встановлено, що виділені чотири літичні фаги до культур стафілококів, які виявляються у запальному процесі за піодермії, мали латентний період від 40 до 50 хв при цьому кількість вивільнених віріонів становила від 6,71 до 7,91 log БУО/мл. Такий латентний період та кількість вивільнених віріонів є цілком задовільним для використання даних фагів у технології виробництва фагового препарату. Оскільки результати [24] повідомляють про використання фагу *Phage SAVB14* з латентним періодом 30–50 хв у ветеринарному препараті для лікування запалення вимені в корів. Водночас дослідники повідомляють, що для впровадження у практику бактеріофагових препаратів вони повинні ґрунтовно піддаватися дослідженню. Зокрема до таких досліджень відносять визначення стійкості виділених фагів до різних

температур та рН навколишнього середовища [18, 19]. Крім того для виключення наявності профагів у маточних бактеріальних-клітинах проводять експерименти із використанням фізичних та хімічних методів (обробку культур стафілококів ультрафіолетовими променями, Мітоміцин С, молекулярно-генетичні дослідження фагів з визначення генів стійкості до антибіотиків, тощо).

Отже, виявлена здатність до активного розмноження у бактеріальних клітинах у виділених зі шкіри чотириох літичних бактеріофагів дає змогу використати їх для подальших досліджень з розробки фагового препарату для лікування запальних захворювань шкіри у собак.

Висновки

У виділених з ураженої за піодермії фагів *S.a 4*, *S.p 2*, *S.she 3* та *S.e 5* латентний період становив від 40 до 50 хв при цьому кількість вивільнених віріонів коливалася в межах 6,71–7,91 log БУО/мл. Така інтенсивність інфекційного процесу за участі даних бактеріофагів вважається позитивною для використання їх у подальших дослідженнях з метою розробки фагового препарату.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні впливу на розвиток фагів фізичних і хімічних чинників з метою відбору найефективніших для розробки фагового препарату активного щодо збудників піодермії собак.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Carvalho, C., Costa, A. R., Silva, F., & Oliveira, A. (2017). Bacteriophages and their derivatives for the treatment and control of food-producing animal infections. *Critical Reviews in Microbiology*, 43 (5), 583–601. <https://doi.org/10.1080/1040841x.2016.1271309>
2. Horiuk, Y., Kukhtyn, M., Perkiy, Y., & Horiuk, V. (2018). Distribution of main pathogens of mastitis in cows on dairy farms in the western region of Ukraine. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20 (83), 115–119. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8322>
3. Kiser, Ya., Bozhyk, L., Grynevych, N., & Martyniv, Yu. (2021). Species composition of circulation microflora and its resistance to antibacterial drugs in the conditions of the impulse veterinary clinic of the city of Lviv. *Naukovij Visnik Veterinarної Medicini*, 2 (168), 65–71. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2021-168-2-65-71>
4. Paul, N. C., Damborg, P., & Guardabassi, L. (2013). Dam-to-offspring transmission and persistence of *Staphylococcus pseudintermedius* clones within dog families. *Veterinary Dermatology*, 25 (1), 3. <https://doi.org/10.1111/vde.12090>
5. Kukhtyn, M. D., Kovalenko, V. L., Horyuk, Y. V., Horyuk, V. V., & Stravskyy, Y. S. (2016). Bacterial biofilms formation of Cattle mastitis pathogens. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, 2 (4), 30–32.
6. Kozlovska, I. M., Romanjuk, N. Y., Romanjuk, L. M., Kukhtyn, M. D., Horiuk, Y. V., & Karpyk, G. V. (2017). The effect of antimicrobial agents on planktonic and biofilm forms of bacteria that are isolated from chronic anal fissures. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8 (4), 577–582. <https://doi.org/10.15421/021789>

7. Oliver, S. P., Murinda, S. E., & Jayarao, Bhushan. M. (2011). Impact of antibiotic use in adult dairy cows on antimicrobial resistance of veterinary and human pathogens: a comprehensive review. *Foodborne Pathogens and Disease*, 8 (3), 337–355. <https://doi.org/10.1089/fpd.2010.0730>
8. Lai, M.-J., Lin, N.-T., Hu, A., Soo, P.-C., Chen, L.-K., Chen, L.-H., & Chang, K.-C. (2011). Antibacterial activity of *Acinetobacter baumannii* phage ϕ AB2 endolysin (LysAB2) against both gram-positive and gram-negative bacteria. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 90 (2), 529–539. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3104-y>
9. Gortel, K. (2013). Recognizing pyoderma. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 43 (1), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2012.09.004>
10. Scarafife, G. (2016). Antibiotic resistance: current issues and future strategies. *Reviews in Health Care*, 7 (1), 3–16. <https://doi.org/10.7175/rhc.v7i1.1226>
11. Tiseo, K., Huber, L., Gilbert, M., Robinson, T. P., & Van Boeckel, T. P. (2020). Global trends in antimicrobial use in food animals from 2017 to 2030. *Antibiotics*, 9 (12), 918. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9120918>
12. Pires, J., Huisman, J. S., Bonhoeffer, S., & Van Boeckel, T. P. (2021). Increase in antimicrobial resistance in *Escherichia coli* in food animals between 1980 and 2018 assessed using genomes from public databases. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 77 (3), 646–655. <https://doi.org/10.1093/jac/dkab451>
13. Calabro, C., Sadhu, R., Xu, Y., Aprea, M., Guarino, C., & Cazer, C. L. (2024). Longitudinal antimicrobial susceptibility trends of canine *Staphylococcus pseudintermedius*. *Preventive Veterinary Medicine*, 226, 106170. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2024.106170>
14. Mocherniuk, M. M., Kukhtyn, M. D., Horiuk, Y. V., Horiuk, V. V., Tsvigun, O. A., & Tokarchuk, T. S. (2022). Microflora of boxes for holding veterinary patients in clinics. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13 (3), 257–264. <https://doi.org/10.15421/022233>
15. Horiuk, Y., Kukhtyn, M., Horiuk, V., Kernychnyi, S., & Tarasenko, L. (2020). Characteristics of bacteriophages of the *Staphylococcus aureus* variant bovis. *Veterinarni Medicina*, 65 (10), 421–426. <https://doi.org/10.17221/552020-vetmed>
16. Vasylyk, O., & Kukhtyn, M. (2023). Isolation and characterization of bacteriophages *Salmonella* spp. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25 (111), 48–53. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11108>
17. Duckworth, D. H., & Gulig, P. A. (2002). Bacteriophages. *BioDrugs*, 16 (1), 57–62. <https://doi.org/10.2165/00063030-200216010-00006>
18. Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Horiuk, V. V., & Mzyk, V. P. (2019). Effect of Temperature on the lytic activity of Bacteriophage phage SAVB14, specific for *Staphylococcus aureus* variant bovis. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 4, 37–40. <https://doi.org/10.31890/vtvp.2019.04.07>
19. Esmael, A., Azab, E., Gobouri, A. A., Nasr-Eldin, M. A., Mostafa, M. M. A., Mohamed, S. A., Badr, O. A. M., & Abdelatty, A. M. (2021). Isolation and characterization of two lytic bacteriophages infecting a multi-drug resistant *Salmonella typhimurium* and their efficacy to combat salmonellosis in ready-to-use foods. *Microorganisms*, 9 (2), 423. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9020423>
20. Banovic, F., Linder, K., & Olivry, T. (2016). Clinical, microscopic and microbial characterization of exfoliative superficial pyoderma-associated epidermal collarettes in dogs. *Veterinary Dermatology*, 28 (1), 107. <https://doi.org/10.1111/vde.12352>
21. Chaudhary, A. K., Kumar, A., & shrivastva, M. (2019). Study on prevalence and resistance patterns of bacterial pathogens isolated from canine pyoderma. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8 (01), 2305–2311. <https://doi.org/10.20546/ijcm.2019.801.241>
22. Frosini, S., Bond, R., King, R., Feudi, C., Schwarz, S., & Loeffler, A. (2021). Effect of topical antimicrobial therapy and household cleaning on meticillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* carriage in dogs. *Veterinary Record*, 190 (8), 1–10. <https://doi.org/10.1002/vetr.937>
23. Merabishvili, M., Pimay, J.-P., Verbeke, G., Chanishvili, N., Tediashvili, M., Lashkhi, N., Glonti, T., Krylov, V., Mast, J., Van Parys, L., Lavigne, R., Volckaert, G., Mattheus, W., Verween, G., De Corte, P., Rose, T., Jennes, S., Zizi, M., De Vos, D., & Vanechoutte, M. (2009). Quality-controlled small-scale production of a well-defined bacteriophage cocktail for use in human clinical trials. *PLoS ONE*, 4 (3), 4944. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004944>

24. Horiuk, Y., Kukhtyn, M., Kernychnyi, S., Laiter-Moskaliuk, S., Prosyanyi, S., & Boltyk, N. (2021). Sensitivity of *Staphylococcus aureus* cultures of different biological origin to commercial bacteriophages and phages of *Staphylococcus aureus* var. *bovis*. *Veterinary World*, 1588–1593. <https://doi.org/10.14202/vet-world.2021.1588-1593>
25. Stroich, V. V., & Horiuk, Yu. V. (2024). Evaluation of available bacteriophage preparations on the market of Ukraine and selection of phages specific to causative agents of canine pyoderma. *Podil'ian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*, 43, 230–236. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-2.33>
26. Dong, Q., Wang, J., Yang, H., Wei, C., Yu, J., Zhang, Y., Huang, Y., Zhang, X., & Wei, H. (2014). Construction of a chimeric lysin Ply187N-V12C with extended lytic activity against staphylococci and streptococci. *Microbial Biotechnology*, 8 (2), 210–220. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12166>
27. Park, H., Kim, J., Kim, H., Cho, E., Park, H., Jeon, B., & Ryu, S. (2023). Characterization of the lytic phage MSP1 for the inhibition of multidrug-resistant *Salmonella enterica* serovars Thompson and its biofilm. *International Journal of Food Microbiology*, 385, 110010. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.110010>

ORCID

V. Stroich 

<https://orcid.org/0009-0009-3076-542X>

Y. Horiuk 

<https://orcid.org/0000-0002-7162-8992>



2024 Stroich V. and Horiuk Y. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Parasitic diseases of dogs in the urban population

A. Mushynskiy✉ | T. Karchevska | S. Kernychnyi | L. Savchuk | T. Betlinska

Article info

Correspondence Author

A. Mushynskiy

E-mail:

mushynskiyab@pdatu.edu.uaHigher Education Institution
Podillia State University,
Shevchenko, 12,
Kamianets-Podilskyi, 32316,
Ukraine**Citation:** Mushynskiy, A., Karchevska, T., Kernychnyi, S., Savchuk, L., & Betlinska, T. (2024). Parasitic diseases of dogs in the urban population. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 100–104. doi: 10.31210/spi2024.27.03.16

Helminthiasis induced by parasitic helminths persist as a significant concern within the realm of veterinary medicine, particularly in relation to animal health in Ukraine. The objective of this investigation was to ascertain the prevalence of parasitic diseases in canines attributable to helminths and protozoa within the urban locality of Kamianets-Podilskyi, situated in the Khmelnytskyi region. The subjects encompassed in this research included service dogs, domestic canines, and stray dogs from Kamianets-Podilskyi. A total of five helminth species and one protozoan species were identified among the canine population: one species classified within the class Cestoda (*Dipylidium caninum* – 15.6 %); four species classified within the class Nematoda (*Toxocara canis* – 40 %, *Toxascaris leonina* – 15.1 %, *Ancylostoma caninum* – 4.8 %, *Dirofilaria repens* – 2.4 %); alongside one protozoan species (*Giardia* spp. – 13.4 %). In 17.4 % of the affected canines, instances of mixed and polyparasitic invasions were documented. The most prevalent combinations included the co-infection of ancylostomiasis and toxocarosis (9.7 %), dipylidiosis alongside toxocarosis (12.9 %), and in certain canines, three or more components of parasitocenosis were identified. Protozoa were frequently detected in conjunction with helminths (26 %). The highest prevalence of infection was noted amongst stray canines. The findings of this study elucidated that the predominant infections within the canine population were toxocarosis, toxascaridosis, and dipylidiosis, whereas ancylostomiasis, dirofilariasis, and giardiasis exhibited lower prevalence rates. In puppies (up to 6 months), occurrences of toxocara and ancylostoma were recorded with greater frequency. In young dogs (6 months to 2 years), strongyloides and cestodes were additionally noted. Adult dogs (2–7 years) and senior dogs (over 7 years) exhibited infections with toxocara, ancylostoma, cestodes, and dirofilaria. Based on the findings of this research, it can be inferred that female canines, with an infection rate of 55.1 %, exhibited a higher prevalence of helminth infections in comparison to males, who demonstrated an infection rate of 44.9 %. Mitigating the dissemination of helminthiasis should primarily entail the implementation of stringent hygiene protocols for domestic canines, regular deworming in accordance with the recommendations of qualified veterinarians, a reduction in the population of stray animals, and prompt examination and treatment of afflicted animals.

Keywords: helminths, dogs, nematodes, zoonoses, vector-borne diseases.

Паразитарні захворювання собак в умовах міської популяції

А. Б. Мушинський | Т. М. Карчевська | С. П. Керничний | Л. Б. Савчук | Т. В. Бетлінська

Заклад вищої освіти

«Подільський державний

університет»,

м. Кам'янець-Подільський,

Україна

Гельмінтози, спричинені паразитичними червами, залишають актуальною проблемою ветеринарної медицини, особливо в контексті здоров'я тварин в Україні. Метою роботи було з'ясування поширеності паразитарних захворювань собак, спричинених гельмінтами і найпростішими, в умовах міста Кам'янець-Подільський Хмельницької області. Об'єктами дослідження були службові, домашні та бездомні собаки м. Кам'янець-Подільський. Серед собак було виявлено п'ять видів гельмінтів та один вид найпростіших: один вид з класу Cestoda (*Dipylidium caninum* – 15,6 %); чотири види з класу Nematoda (*Toxocara canis* – 40 %, *Toxascaris leonina* – 15,1 %, *Ancylostoma caninum* – 4,8 %, *Dirofilaria repens* – 2,4 %) і один вид найпростіших (*Giardia* spp. – 13,4 %). У 17,4 % уражених тварин паразитарні інвазії реєстрували у вигляді міст- і поліінвазій. Серед найпоширеніших комбінацій спостерігали поєднання анкілостомозу і токсокарозу (9,7 %), діпілідіозу і токсокарозу (12,9 %), а також у деяких тварин виявляли три і більше членів паразитоценозів. Досить часто разом із гельмінтами виявляли найпростіших (26 %). Найвищий відсоток ураження спостерігався серед бездомних тварин. За результатами досліджень було встановлено, що найбільш поширеними серед собак були токсокароз, токскарідоз та діпілідіоз, менш поширені – анкілостомоз, дірофіларіоз і лямбліоз. У щенят (до 6 місяців) частіше реєстрували токсокари та анкілостоми. У молодих собак (6 місяців – 2 роки) до них додавалися стронгілоїди та цестоди. Дорослі собаки (2–7 років) та літні (старше 7 років) були уражені токсокарами, анкілостомами, цестодами і дірофіларіями. За даними досліджень, можна зробити висновок, що самки, у яких ЕІ складала 55,1 %, більш інвазовані гельмінтами у порівнянні з кобелями, у яких ЕІ складала 44,9 %.

Ключові слова: гельмінтози, собаки, нематодози, зоонози, трансмісивні захворювання.**Бібліографічний опис для цитування:** Мушинський А. Б., Карчевська Т. М., Керничний С. П., Савчук Л. Б., Бетлінська Т. В. Паразитарні захворювання собак в умовах міської популяції. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 100–104.

Вступ

Паразитарні захворювання собак є однією з найбільш актуальних практичних проблем ветеринарної медицини і мають значний вплив на здоров'я та благополуччя тварин. Ці захворювання спричиняються різними групами паразитів, включаючи гельмінтів (нематоди, цестоди, трематоди), найпростіших (лямбліоз, піроплазмоз, кокцидіоз) та ектопаразитів (блохи, кліщі). Паразитарні інвазії можуть викликати широкий спектр клінічних симптомів, починаючи від незначних до серйозних системних уражень, що часто призводять до зниження якості життя і навіть загибелі тварин [5, 7–9].

Поширення паразитарних хвороб залежить від багатьох факторів, включаючи географічне положення, кліматичні умови, спосіб утримання тварин та санітарно-гігієнічні заходи. З огляду на це, своєчасна діагностика, профілактика та лікування даних захворювань є критично важливими для забезпечення здоров'я собак. Ефективна боротьба з інвазійними хворобами вимагає комплексного підходу, що включає регулярні ветеринарні огляди, використання сучасних діагностичних методів, проведення профілактичних заходів і застосування антипаразитарних препаратів [6, 7, 12, 18].

Гельмінтози, спричинені паразитичними червами, залишаються актуальною проблемою ветеринарної медицини, особливо в контексті здоров'я тварин в Україні [11, 12, 19]. Собаки, як довголітні співмешканці людини, відіграють важливу роль у екосистемі та здоров'ї людей, і є потенційними переносниками інвазійних та інфекційних збудників, включаючи гельмінтози [2, 3, 7]. Незважаючи на значні досягнення у ветеринарній науці, питання гельмінтозів залишаються невирішеними в багатьох аспектах, вимагаючи подальших досліджень та систематизації даних для ефективного контролю цих захворювань. Розуміння ризику зараження паразитами собак, діагностика інвазій та ефективні заходи контролю є важливими міркуваннями з точки зору «єдиного здоров'я» [8].

Гельмінтози собак мають широке поширення, а забруднення ґрунту яйцями паразитів є серйозною проблемою багатьох міст України [13, 22]. Високий рівень поширеності цих інвазій обумовлений складністю організації та життєвого циклу гельмінтів, що проходить зі зміною господарів. Особлива небезпека полягає в тому, що облігатними хазяями для паразитів часто виступають домашні улюбленці, особливо собаки, які знаходяться в постійному безпосередньому контакті з людьми [14, 23].

Зараження собак паразитичними гельмінтами може відбуватися за внутрішньоутробного розвитку, пов'язаного з міграцією личинок через плаценту від матері до плоду, а також шляхом прямого зараження яйцями гельмінтів з водою, кормом, ґрунтом або через проміжних господарів. Зростання чисельності домашніх тварин і неконтрольоване збільшення

кількості бездомних собак сприяють широкому поширенню гельмінтозів [10, 11].

Мета дослідження

Метою роботи було з'ясування поширеності паразитарних захворювань собак, спричинених гельмінтами і найпростішими, в умовах міста Кам'янець-Подільський Хмельницької області. Об'єктами дослідження були службові, домашні та бездомні собаки м. Кам'янець-Подільський.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на території міста Кам'янець-Подільський протягом 2023–2024 років. Проби фекалій собак відбирали і досліджували на філії кафедри інфекційних та інвазійних хвороб Закладу вищої освіти ПДУ клініці ветеринарної медицини Фауна-Сервіс.

З метою з'ясування видового складу основних гельмінтозів домашніх м'ясоїдних у роботі застосовувалися методи прижиттєвої діагностики гельмінтів: метод флотації (за Фюллеборном і Котельниковим-Хреновим, з використанням розчину сульфату цинку), метод седиментації (за Горячевим), мікроскопічне дослідження крові на мікрофілярії, за Романовським-Гімзою та імунохроматографічні методи (Snap Heartworm RT Test (IDEXX), Fecal Dx Giardia test (IDEXX)).

З методів посмертної діагностики гельмінтозів використовували повний гельмінтологічний розтин за К. І. Скрябіним і повне гельмінтологічне дослідження окремих органів (методом послідовних промивань).

Всього було відібрано 427 проб фекалій і 67 проб крові для прижиттєвої діагностики та досліджено 11 трупів собак для посмертної діагностики гельмінтозів. Загальна кількість досліджених тварин – 456 голів, зокрема 19 – службові, 372 – домашні та 65 – бродячі собаки.

Експериментальну частину роботи проводили з урахуванням «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», схвалених на Національному конгресі з біоетики (м. Київ, 2001 р.) із дотриманням міжнародних вимог Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (м. Страсбург, 1986 р.).

Результати та їх обговорення

Популяція собак міста Кам'янець-Подільський була умовно розділена на 3 категорії: службові, домашні та бродячі тварини. З *рисунку 1* видно, що у собак було виявлено п'ять видів гельмінтів та один вид найпростіших: один вид цестод (*Dipilidium caninum* – 15,6%), чотири види нематод (*Toxocara canis* – 40%, *Toxascaris leonina* – 15,1%, *Ancylostoma caninum* – 4,8%, *Dirofilaria repens* – 2,4%) і один вид найпростіших (*Giardia* spp – 13,4%).

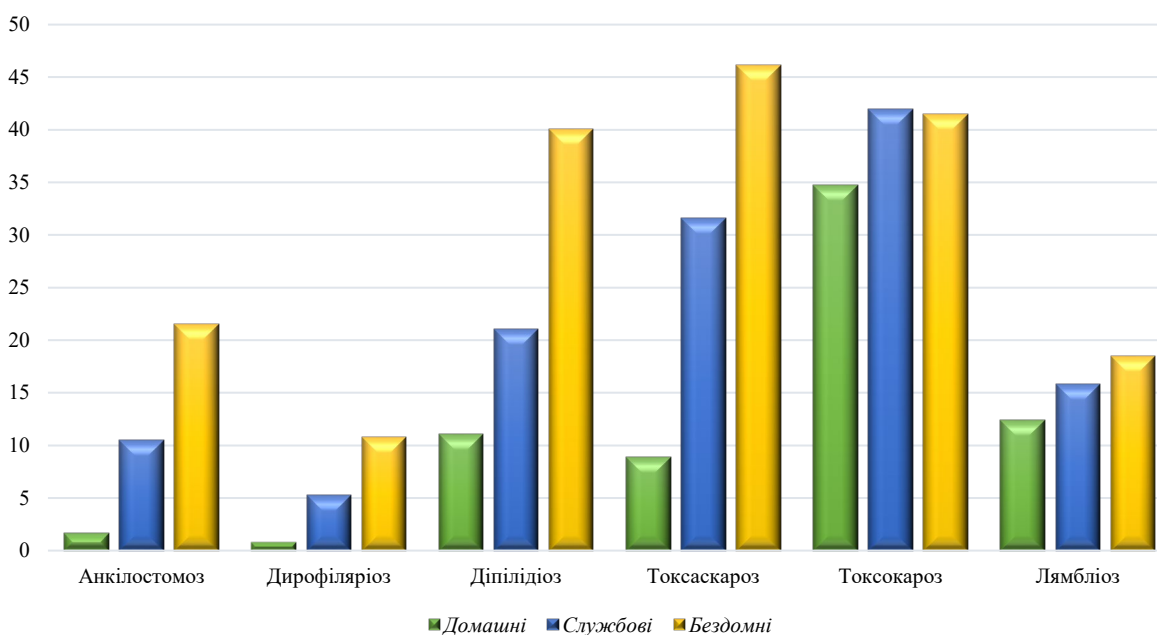


Рис. 1. Екстенсивність паразитарної інвазії серед собак м. Кам'янець-Подільський

У 17,4 % уражених тварин паразитарні інвазії реєстрували у вигляді мікст- і поліінвазій. Серед найпоширеніших комбінацій спостерігали поєднання анкілостомозу і токсокарозу (9,7 %), діпілідіозу і токсокарозу (12,9 %), а також у деяких тварин виявляли три і більше членів паразитоценозів. Досить часто разом із гельмінтами виявляли найпростіших (26 %). Найвищий відсоток ураження спостерігався серед бездомних тварин.

З наведених даних видно, що найбільш поширеними серед собак були такі інвазії, як токсокароз, токсаскаридоз та діпілідіоз, менш поширені анкілостомоз, дирофіляріоз і лямбліоз.

У щенят (до 6 місяців) частіше виявляли токсокари та анкілостоми. У молодих собак (6 міс. – 2 роки) до них додавалися стронгіліди травного тракту та цестоци. Дорослі собаки (2–7 років) та літні (старше 7 років) були уражені токсокарами, анкілостомами, цестоцими і дирофіляріями.

За даними досліджень, можна зробити висновок, що самки, у яких ЕІ склала 55,1 %, більш інвазовані гельмінтами у порівнянні з кобелями, у яких ЕІ склала 44,9 %.

Поширеність *Toxascaris leonina* серед собак варіює в залежності від регіону і умов догляду. У США частота зараження коливається від 2 % до 16 %, в Європі поширеність становить близько 5–10 % серед собак [4, 15, 16]. За нашими дослідженнями середня ЕІ серед усіх груп собак становила 15,1 %.

Анкілостомоз собак в Україні не є надзвичайно поширеним, але ризик зараження існує, особливо в теплих і вологих умовах, таких як південні та західні регіони. Поширеність захворювання також може бути пов'язана з рівнем гігієни і ветеринарного контролю. Регулярні ветеринарні огляди і профілактичне лікування проти гельмінтів допомагають зменшити ризик зараження. За літературними даними було встановлено, що ЕІ ураження у Харківській області

склала 24,4 % [10], а у нашому дослідженні коливалась від 6 % у домашніх до 21,5 % у безпритульних собак.

Серед гельмінтозів, які найчастіше зустрічаються в нашій країні, є токсокароз – захворювання, викликане круглими гельмінтами. Статевозрілі гельмінти, як правило, виявляються в тонкому відділі кишечника і значно рідше в жовчних протоках печінки собак, які є облігатними господарями цих паразитів. Захворюваність собак токсокарозом за літературними даними становить в середньому 40 %, тоді як у сільській місцевості – вдвічі більше, а в ряді випадків досягає 100 %, особливо у щенят перших місяців життя [15, 16]. В Україні ступінь зараженості статевозрілих домашніх собак становить менше 10 %, тоді як рівень інвазії щенят – понад 30 % [20, 21]. Найбільша зараженість токсокарами у нашому дослідженні була відзначена у безпритульних собак і становила 41,5 %. У Київській області токсокари у собак реєстрували приблизно в 7 % випадків. За дослідженнями інших авторів захворюваність собак токсокарозом в різні сезони року коливалась в межах 15,9–48,6 %. У домашніх собак у нашому дослідженні інвазія також була досить високою і становила 34,7 % собак. У контексті цього зоонозу людина виступає проміжним господарем. Зараження людини токсокарами відбувається рідко, в основному при проковтуванні яєць у разі контакту з зараженою твариною або з ґрунтом, контамінованим яйцями токсокар. Особливо схильні до цього гельмінтозу діти через ігри в піску та з собаками.

Збудником діпілідіозу є собачий (огірковий) ціп'як (*Dipylidium caninum*) – стрічковий гельмінт, дефінітивними господарями якого є собаки. Діпілідіоз найчастіше реєструється у великих містах з великою кількістю бездомних собак. Інвазія зустрічається протягом усього року і супроводжується високим ступенем зараженості [1]. Згідно з

літературними даними, кількість ЕІ захворювання собак дипілідіозом становить від 15 до 50 %. Результати наших досліджень показали, що у домашніх собак інвазія зустрічається набагато рідше, ніж у безпритульних – 11 % і 40 % відповідно.

В даний час 45 % загальної популяції людей в Європі, а також їхні домашні тварини піддаються ризику трансмісивних захворювань [2]. На взаємодію між паразитичними гельмінтами, переносниками та тваринами, включаючи людей, впливає комплекс внутрішніх біологічних факторів (наприклад, здатність переносити збудника, частота укусів), зовнішніх факторів і факторів навколишнього середовища (наприклад, клімат, переміщення населення та торгівля), що робить дослідження трансмісивних хвороб складним завданням. Процес розповсюдження векторних захворювань у раніше неендемичних географічних регіонах був насамперед пов'язаний з біологією та екологією членистоногих векторів та їхньою здатністю встановлювати цикли передачі, підтримуючи інвазію в популяціях сприйнятливих господарів.

Серед цієї різноманітної групи збудників *Dirofilaria immitis* і *Dirofilaria repens* (Onchocercidae) є найпоширенішими. Нематода *D. immitis* є важливим паразитом у ветеринарній медицині оскільки здатна уражати серце і спричиняти важкі наслідки. Для захворювання характерна сезонність ураження, повільний розвиток та тривалий хронічний перебіг. Ступінь зараженості собак дирофіліаріозом становить, за різними даними від 3,8 до 32 % [2, 17]. У нашому дослідженні ЕІ *D. repens* становила 2,4 %. Деякі види дирофілярій можуть інвазувати і людину. Дирофіліаріоз діагностується у тварин з річного віку, крім новонароджених щенят. Дирофіліаріоз раніше реєструвався переважно в південних регіонах, проте з кожним роком спостерігається все більше поширення цього захворювання на всю територію країни.

Лямбліоз є поширеною кишковою інвазією серед собак, ЕІ коливається у різних регіонах і країнах. Так, у Китаї було виявлено загальну поширеність 11,2 % серед собак, з вищими показниками в північно-західному Китаї (35,7 %) і серед собак молодше одного року (12,2 %), у Бразилії – 32,9 % [9, 23]. У Європі було встановлено, що собаки уражені тими ж зоонозними видами, які виявляють у собак, що вказує на їх потенційну роль як резервуарів для інвазії людини [14].

Висновки

Серед популяції собак м. Кам'янець-Подільський зареєстровано шість основних паразитарних захворювань, які спричинені такими видами: *D. caninum*, *T. canis*, *T. leonina*, *D. repens*, *A. caninum*, *Giardia* spp. Найвищі показники екстенсивності інвазії серед усіх досліджених тварин відзначалися при токсокарозі і дипілідіозі безпритульних тварин – 46,1 % і 40 % відповідно, токсокарозі у службових собак – 42 %. Незначна екстенсивність інвазії відзначалася за дирофіліаріозу і анкілостомозу домашніх собак – 0,8 % і 1,6 % відповідно.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження гельмінтозів у собак у Кам'янець-Подільському мають зосередитися на вивченні поширення паразитів у різних вікових групах та умовах утримання, генетичних характеристиках паразитів і їхній резистентності до препаратів. Важливим напрямком є також моніторинг ефективності профілактичних заходів та вивчення коінвазій з іншими патогенами. Ці дослідження сприятимуть удосконаленню стратегій боротьби з гельмінтозами та покращенню здоров'я тварин у регіоні.

Конфлікт інтересів






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

References

1. Adolph, C., Barnett, S., Beall, M., Drake, J., Elsemore, D., Thomas, J., & Little, S. (2017). Diagnostic strategies to reveal covert infections with intestinal helminths in dogs. *Veterinary Parasitology*, 247, 108–112. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.10.002>
2. Alsarraf, M., Levytska, V., Mierzejewska, E. J., Poliukhovych, V., Rodo, A., Alsarraf, M., Kavalevich, D., Dwuznik-Szarek, D., Behnke, J. M., & Bajer, A. (2021). Emerging risk of *Dirofilaria* spp. infection in Northeastern Europe: high prevalence of *Dirofilaria repens* in sled dog kennels from the Baltic countries. *Scientific Reports*, 11 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80208-1>
3. Anderson, R. C. (2000). *Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission*. <https://doi.org/10.1079/9780851994215.0000>
4. Degouy, A., Menat, C., Aubin, F., Piarroux, R., Woronoff-Lemsi, M. C., & Humbert, P. (2001). La toxocarose [Toxicariasis]. *Presse Medicale*, 30 (39–40 Pt 1), 1933–1938.
5. ESCCAP (European Specialist Counsel Companion Animal Parasites). (2018). *GL6: Control of intestinal protozoa in dogs and cats. ESCCAP Guideline 06 Second Edition*. Retrieved from: https://www.esccap.org/uploads/docs/5hk9fztt_0701_ESCCAP_Guideline_GL6_v8_1p.pdf
6. ESCCAP (European Scientific Council Companion Animal Parasites). (2021). *Worm control in dogs and cats (6th ed.). ESCCAP Guideline 01*. Retrieved from: https://www.esccap.org/uploads/docs/oc1bt50t_0778_ESCCAP_GL1_v15_1p.pdf
7. Felsmann, M., Michalski, M., Felsmann, M., Sokół, R., Szarek, J., & Strzyżewska-Worotyńska, E. (2017). Invasive forms of canine endoparasites as a potential threat to public health – A review and own studies. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 24 (2), 245–249. <https://doi.org/10.5604/12321966.1235019>
8. Giannelli, A., Schnyder, M., Wright, I., & Charlier, J. (2024). Control of companion animal parasites and impact on One Health. *One Health*, 18, 100679. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100679>
9. Harvey, T. V., Carvalho, J. P. dos S., Aquino, M. C. C., Oliveira, B. C. M., Barros, L. D., Fehlberg, H. F., Rocha, C. M. B. M., & Albuquerque, G. R. (2023). Giardiasis in children and dogs, and the first report of assemblage E in dogs from northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 32 (1). <https://doi.org/10.1590/s1984-29612023010>
10. Kitichenko, A., & Melnychuk, V. (2024). Distribution of digestive tract nematodes in dogs in the territory of the city of Kharkiv. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (2), 117–121. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.02.20>
11. Kornysushin, V. V., & Yemets, A. M. (2006). Dogs as a factor in the formation of the parasitological situation in the countryside of northeastern Ukraine. *Naukovy Visnyk NAU*, 98, 84–91. [in Ukrainian]
12. Kornysushin, V. V., Malysko, E. I., & Malega, O. M. (2013). Domestic dogs and cats as reservoirs of natural foci and zoonotic helminthoses in present conditions of Ukraine. *Veterynarna Medytsina*, 97, 383–387. [in Ukrainian]

13. McNamara, J., Drake, J., Wiseman, S., & Wright, I. (2018). Survey of European pet owners quantifying endoparasitic infection risk and implications for deworming recommendations. *Parasites & Vectors*, 11 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3149-1>
14. Mravcová, K., Štrkolcová, G., & Goldová, M. (2019). The Prevalence and assemblages of *Giardia duodenalis* in Dogs: a systematic review in Europe. *Folia Veterinaria*, 63 (4), 38–45. <https://doi.org/10.2478/fv-2019-0036>
15. Nijse, R., Ploeger, H. W., Wagenaar, J. A., & Mughini-Gras, L. (2014). *Toxocara canis* in household dogs: prevalence, risk factors and owners' attitude towards deworming. *Parasitology Research*, 114 (2), 561–569. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-4218-9>
16. Overgaauw, P., & Nijse, R. (2020). Prevalence of patent *Toxocara* spp. infections in dogs and cats in Europe from 1994 to 2019. *Advances in Parasitology*, 109, 779–800. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.030>
17. Pavlikovska, T. M., Salamatin, R. V., Svyta, V. M., Sagach, O. S., & Kornyushin, V. V. (2014). Topicality of the dirofilariosis problems in Ukraine. *World of Veterinary Medicine*, 3 (19), 4–6.
18. Ponomarenko, V. Ya., Fedorova, O. V., Bulavina, V. S., Mazepa, R. V., & Poletaieva, Ye. I. (2016). Distribution of intestinal helminthiasis and protozoa among homeless dogs of the Kharkiv region and increase of efficiency of their coproscopic diagnostics. *Scientific and Technical Bulletin of the Research Center for Biosafety and Environmental Control of Agricultural Resources*, 4, 59–64. Retrieved from: file:///D:/download/ndbnndc_2016_4_4_13.pdf
19. Saichenko, I., & Antipov, A. (2020). An epizootic situation is in relation to the nematodosis of gastroenteric channel of dogs. *Naukovij Visnik Veterinarної Medicini*, 1 (154), 54–62. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2020-154-1-54-62>
20. Saichenko, I. V., Antipov, A. A., Bakhur, T. I., Bezditko, L. V., & Shmayun, S. S. (2021). Co-infection of *Trichuris vulpis* and *Toxocara canis* in different aged dogs: Influence on the haematological indices. *Biosystems Diversity*, 29 (2), 129–134. <https://doi.org/10.15421/012117>
21. Said, W., Stybel, V. V., Guttyj, B. V., & Prijma, O. B. (2018). A modern look at the problem of toxocarosis in dogs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (83), 411–416. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8380>
22. Traversa, D., Frangipane di Regalbano, A., Di Cesare, A., La Torre, F., Drake, J., & Pietrobelli, M. (2014). Environmental contamination by canine geohelminths. *Parasites & Vectors*, 7 (1), 67. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-67>
23. Zhao, Z.-Y., Li, M.-H., Lyu, C., Meng, X.-Z., Qin, Y.-F., Yang, X.-B., Ma, N., Zhao, Q., Zhang, Y., & Jiang, J. (2022). Prevalence of *Giardia duodenalis* among dogs in China from 2001 to 2021: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Foodborne Pathogens and Disease*, 19 (3), 179–191. <https://doi.org/10.1089/fpd.2021.0073>

ORCID

- A. Mushynskiy  <https://orcid.org/0000-0003-2850-2355>
- T. Karchevska  <https://orcid.org/0000-0002-5693-916X>
- S. Kernychnyi  <https://orcid.org/0000-0003-2756-4079>
- L. Savchuk  <https://orcid.org/0000-0002-6042-8362>
- T. Betlinska  <https://orcid.org/0000-0002-1070-0874>



© 2024 Mushynskiy A., et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Morphology and morphometry of cattle's blood in the Ukrainian red-spotted dairy breed

I. Kolomak  | S. Sakhnenko | D. Kononenko | D. Ovcharenko

Article info

Correspondence Author

I. Kolomak

E-mail:

ihor.kolomak@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
1/3, Skovorody Str.,
Poltava, 36003,
Ukraine

Citation: Kolomak, I., Sakhnenko, S., Kononenko, D., & Ovcharenko, D. (2024). Morphology and morphometry of cattle's blood in the Ukrainian red-spotted dairy breed. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 105–109. doi: 10.31210/spi2024.27.03.17

Hematological studies are an important element reflecting the physiological state of animals. It is carried out for the purpose of making a diagnosis, especially during the latent course of infectious diseases. The calculation of the leukocyte formula is widely used in the diagnosis of infectious pathologies, the latest data indicate a fundamental difference in the ratio of formed blood elements of young and adult individuals, some data reflect interspecies and age differences. The information regarding the reference ranges for the hematological parameters of the formed blood elements of the Ukrainian red-spotted dairy breed is currently partial. Therefore, the purpose of the study was to determine the reference indices of the leukocyte formula and morphometric indices of the blood of cows of the Ukrainian red-spotted dairy breed of two age groups and to compare their values. Hematological studies were carried out on the basis of the Department of Normal and Pathological Anatomy and Physiology of Animals, Poltava State Agrarian University. Blood for the study was collected from cattle of the Ukrainian red-spotted dairy breed of two age groups (young calves up to 3 months of age and cows aged 3 to 5 years), belonging to the Agroecology PE. The study has established that the percentage of lymphocytes in the blood of calves of the Ukrainian red-spotted dairy breed at the age of 3 months, according to the results of the leukogram study, is by 3.56 % higher ($P < 0.05$) compared to cows at the age of 3 up to 5 years. Along with that, in the blood of cows from 3 to 5 years of age, the percentage of monocytes was higher by 20.3 % ($P < 0.05$) compared to young calves under the age of 3 months. Morphologically, in the prepared smears, along with physiologically normal erythrocytes and leukocytes in shape and structure, pathological forms were also detected. In particular, pathological forms of erythrocytes were found in the smears. At the same time, such pathological forms of erythrocytes as codocytes and target-like forms of erythrocytes were found in smears made from the blood of calves. Instead, only codocytes were detected in smears made from the blood of cows. The number of codocytes in young animals was greater (from 4, 5 to 9 specimens in the field of view of the microscope) compared to adult animals. It was determined that, metrically, according to the area indices, lymphocytes in young animals were probably larger by 9.01% ($P < 0.05$) in comparison with adult animals. Instead, monocytes and eosinophils were larger by 15.32 and 1.29 % ($P < 0.05$) in the group of animals aged 3 to 5 years.

Keywords: cattle, Ukrainian red-spotted breed, blood morphology, formed elements of blood, morphometry.

Морфологія та морфометрія крові великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи

I. О. Коломак | С. Ю. Сахненко | Д. О. Кононенко | Д. Ю. Овчаренко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Гематологічні дослідження є важливим елементом, що відображає фізіологічний стан тварин. Їх проводять з метою постановки діагнозу, особливо за прихованого перебігу інфекційних захворювань. Підрахунок лейкоцитарної формули широко використовується у діагностиці інфекційних патологій. Останні дані свідчать про принципову відмінність у співвідношенні формених елементів крові молодняку та дорослих особин, окремі дані відображають міжвидову та вікову відмінність. Інформація, щодо референтних діапазонів для гематологічних параметрів формених елементів крові української червоно-рябої молочної породи наразі має частковий характер. Тому, метою досліджень було визначити референтні показники лейкоцитарної формули та морфометричні показники крові корів української червоно-рябої молочної породи двох вікових груп та порівняти їх значення. Гематологічні дослідження здійснювалися на базі кафедри нормальної і патологічної анатомії та фізіології тварин Полтавського державного аграрного університету. Кров для досліджень відбирали від великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи двох вікових груп (молодняк до 3-х місячного віку та корови віком від 3-х до 5-ти років), що належить ПП «Агроєкологія». Дослідженнями встановлено, що у крові телят української червоно-рябої молочної породи у віці 3-х місяців за результатами дослідження лейкограми відсоток лімфоцитів є на 3,56 % вищим ($P < 0,05$) у порівнянні з коровами віком від 3-х до 5-ти років. Поряд з тим, у крові корів від 3-х до 5-ти річного віку відсоток моноцитів виявився вищим на 20,3 % ($P < 0,05$) у порівнянні з молодняком телят у віці до 3-х місяців. Морфологічно у виготовлених мазках поряд з фізіологічно нормальними за формою й будовою еритроцитами та лейкоцитами виявлено й патологічні форми. Зокрема, у мазках виявлено патологічні форми еритроцитів. При цьому, у мазках, виготовлених з крові телят, виявлено такі патологічні форми еритроцитів як кодоцити та мішенеподібні форми еритроцитів. Натомість у мазках, виготовлених з крові корів, виявлено лише кодоцити. Кількість кодоцитів у молодняку виявилася більшою (від 4-х, 5-ти до 9-ти екземплярів у полі зору мікроскопа) порівняно з дорослими тваринами. Визначено, що метрично, за показниками площі лімфоцити у молодняку виявилися вірогідно більшими на 9,01 % ($P < 0,05$) у порівнянні з дорослими тваринами. Натомість моноцити і еозинофіли на 15,32 та 1,29 % ($P < 0,05$) виявилися за площею більшими у групі тварин віком від 3-х до 5-ти років.

Ключові слова: велика рогата худоба, українська червоно-ряба порода, морфологія крові, формени елементи крові, морфометрія.

Бібліографічний опис для цитування: Коломак І. О., Сахненко С. Ю., Кононенко Д. О., Овчаренко Д. Ю. Морфологія та морфометрія крові великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 105–109.

Вступ

Гематологічні дослідження є важливим елементом, що відображають фізіологічний стан тварин, також їх проводять з метою постановки діагнозу, особливо за прихованого перебігу інфекційних хвороб. Підрахунок лейкоцитарної формули та морфометрична оцінка формених елементів використовується з метою аналізу функціональної діяльності крові. Відсоткове співвідношення різних видів лейкоцитів (лейкоцитарна формула) набула значного поширення у діагностиці інфекційних патологій. Останні дані свідчать про принципову відмінність у співвідношенні формених елементів крові молодняку та дорослих особин, окремі дані свідчать про міжвидову, гендерну та вікову відмінність. Все частіше використовують морфометричну оцінку формених елементів крові. Для кожного типу клітин притаманна градація розмірів, що характеризується своїм специфічним переважаючим морфологічним типом та своєю специфічною кількісно-якісною характеристикою первинних гранул (для лейкоцитів). Існує тісний зв'язок між ультраструктурними та морфометричними характеристиками, а морфометричні параметри, такі як периметр, площа клітин і розмір первинних гранул, можуть бути оцінені як критерії функціонального стану крові. Вік і стать має важливий вплив на морфометрію еритроцитів великої рогатої худоби. Значні відмінності спостерігаються між середньою довжиною еритроцитів самців телят із молодими кастрованими самцями та дорослими особинами. Для середньої ширини еритроцитів бугаїв між телятами та дорослими особинами спостерігали значну різницю [1–6].

Метричний аналіз еритроцитів вказує на значний вплив віку на морфологію еритроцитів, еритроцити молодняку великої рогатої худоби значно більші, ніж у дорослих особин. Деякі дослідження вказують на залежність розмірів еритроцитів від породи корів, так еритроцити великої рогатої худоби породи Wilaya Batna значно більші, ніж еритроцити у породи Biskra та El-Oued [2].

Кількісний показник еритроцитів у телят до шеститижневого віку був значно вищим у порівнянні з дорослими особинами. Середня кількість лімфоцитів у телят досягла контрольних значень для дорослих особин на 6–8 тижнях, а середня кількість моноцитів стабільно зростала до 14–16 тижнів. Для більшості лейкоцитів міжіндивідуальні коливання були більшими протягом перших 5–8 тижнів життя. Середня кількість тромбоцитів у телят була вищою, ніж референтний інтервал для дорослих особин до 19–21 тижня [2–6]. Значні вікові зміни спостерігали у більшості гематологічних і біохімічних параметрів, за винятком кількості паличкоядерних нейтрофілів і моноцитів [4, 5].

Порідна особливість має вагоме значення, велика рогата худоба порід Hanwoo та Holstein,

що належать до одного виду, має відмінності у гематологічних показниках та підгрупах клітин лімфоцитарного ряду [6].

Інформація щодо референтних діапазонів для гематологічних параметрів формених елементів крові української червоно-рябої молочної породи має частковий характер. Це дослідження було проведено для встановлення референтних діапазонів лейкоцитарної формули та розмірів формених елементів крові у двох вікових групах – до трьох місяців та від трьох до п'яти років.

Мета дослідження

Метою досліджень було провести порівняльну характеристику лейкоцитарної формули, морфологічних та метричних показників крові великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи різних вікових груп.

Матеріали і методи

Відбір проб крові здійснювався у ПП «Агро-екологія». Для дослідження гематологічних показників було сформовано дві групи досліджуваних тварин по 15 голів у кожній.

Перша дослідна група була сформована з телят української червоно-рябої молочної породи віком до трьох місяців.

Друга дослідна група була сформована з корів української червоно-рябої молочної породи віком від трьох до п'яти років.

Гематологічні дослідження проведені на базі кафедри нормальної і патологічної анатомії та фізіології тварин Полтавського державного аграрного університету. Зразки крові відбирали від великої рогатої худоби з яремної та підхвостової вени. Мазки крові готували на знежирених мікроскопічних скельцях, висушували на повітрі, фіксували метанолом і фарбували фарбою Лейкодиф 200 (LDF 200) для морфометричного дослідження. Дослідження полягає в ідентифікації та підрахунку окремих форм лейкоцитів у препараті мазка крові. Перегляд мазків та мікрофотозйомку мазків крові здійснювали за допомогою світлового мікроскопу MICROMed XS-5520 зі збільшенням об'єктиву у $\times 4$, $\times 10$, $\times 40$ разів, збільшенням окуляру у $\times 10$, $\times 20$. Матеріал для ілюстрацій фотографували за допомогою мікроскопу «MICROMed XS-5520» та камери 5 Mpix. «MICROMed».

Визначення розміру клітин лейкоцитарного ряду проводили за допомогою ImageJ. Одержані результати піддавали статистичній обробці за допомогою прикладного програмного комплексу «Microsoft Office Excel 2019», визначали середньо-арифметичну величину (M) її похибку (m) та рівень вірогідності (p) з використанням таблиці t-критеріїв Стьюдента.

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, що у великої рогатої худоби різного віку показники лейкоцитарної формули мають певні відмінності, що відображені у *таблиці 1*.

Таблиця 1

Референтні дані лейкоцитарної формули крові корів української червоно-рябої молочної породи, $M \pm m$

Показник	Вікова група тварин	
	3 місяці (n=15)	3–5 років (n=15)
Базофіли	0,31±0,17	0,22±0,18
Еозинофіли	3,21±0,51	3,32±0,51
Нейтрофіли	юні	0,11±0,16
	паличкоядерні	1,80±0,21
	сегментоядерні	27,00±1,22
Лімфоцити	64,90±2,24	62,59±2,38*
Моноцити	2,67±0,54	3,35±0,50*

*Примітка:** – $P < 0,05$ порівняно з показниками молодняку великої рогатої худоби до 3-х місячного віку.

Зокрема, встановлено, що телята української червоно-рябої молочної породи у віці 3-х місяці мали вірогідно ($P < 0,05$) більший відсоток лімфоцитів (64,90 %) – на 3,56 % у порівнянні коровами віком від 3-х до 5-ти років (62,59 %). Слід зазначити, що при визначенні відсоткового співвідношення у лейкоцитарній формулі моноцитів зафіксовано протилежну тенденцію. Зокрема, у корів від 3-х до 5-ти річного віку відсоток моноцитів у середньому по групі склав 3,35 %, натомість у телят у віці до 3-х місяців аналогічний показник виявився вірогідно нижчим ($P < 0,05$) й склав 2,67 %, що виявилось на 20,3 % менше.

Окрім того, нами встановлено, що у лейкограмі від молодняку великої рогатої худоби порівняно з дорослими тваринами у віці від 3-х до 5-ти років спостерігається вищий відсоток базофілів, юних та паличкоядерних нейтрофілів на 29,04, 9,10 та 27,78 % відповідно. У той же час, у корів віком від 3-х до 5-ти років відсоток еозинофілів і сегментоядерних нейтрофілів виявився вищим на 3,32 та 7,29 % відповідно порівняно з аналогічними показниками у досліджуваного молодняку. Варто наголосити, що вірогідних значень вищенаведені показники не набули.

При проведенні морфологічних досліджень формених елементів крові у виготовлених мазках поряд з фізіологічно нормальними нами виявлено й патологічні форми, незалежно від віку тварин, проте все ж певні відмінності нами встановлено.

Так, у мазках виготовлених із крові телят віком до 3-х місяців (*рис. 1*) поряд з фізіологічно нормальними за формою й будовою еритроцитами та лейкоцитами, також було виявлено й патологічні форми еритроцитів, зокрема – кодоцити та мішенеподібні їх форми.

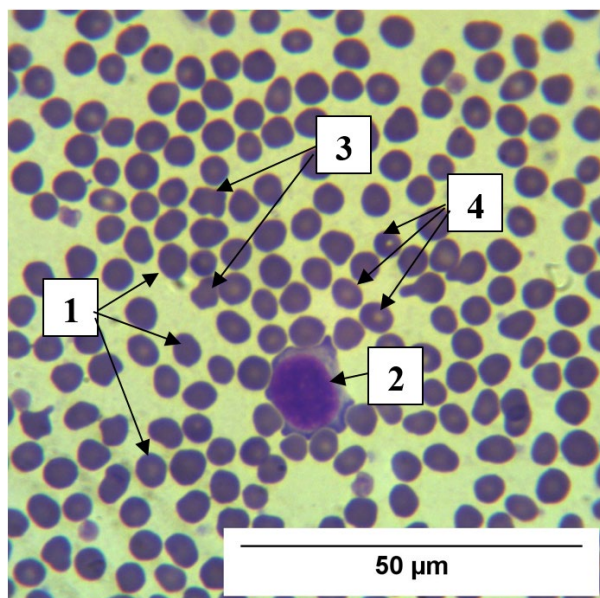


Рис. 1. Мікроскопія мазку крові молодняку великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи віком до 3-х місяців:

1 – еритроцити; 2 – лімфоцит; 3 – патологічні форми еритроцитів (кодоцити); 4 – патологічні форми еритроцитів (мішенеподібні еритроцити)

Слід зауважити, що у мазках крові від дорослої великої рогатої худоби віком від 3-х до 5-ти років з патологічних форм еритроцитів нами виявлено лише кодоцити (*рис. 2*).

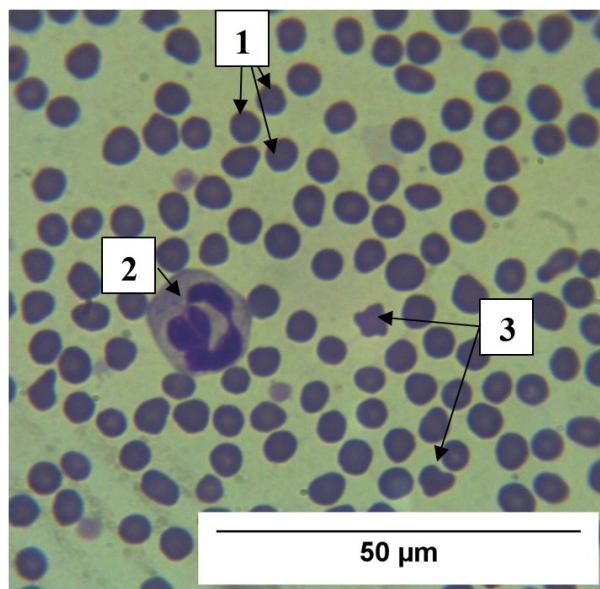


Рис. 2. Мікроскопія мазку крові великої рогатої худоби української червоно-рябої молочної породи віком від 3-х до 5-ти років:

1 – еритроцити; 2 – лімфоцит; 3 – патологічні форми еритроцитів (кодоцити)

Аналізуючи кількісні показники патологічних форм еритроцитів (кодоцитів), можна з впевненістю засвідчити, що найбільшу їх кількість ми фіксували у молодняку віком до 3-х місячного віку. Зокрема,

в одному полі зору мікроскопа ми відмічали від 4-х, 5-ти до 9-ти таких екземплярів, натомість, у зразках від дорослої великої худоби їх кількість була значно меншою й коливалася від 1-го до 4-х екземплярів у полі зору мікроскопа.

Вивчаючи метричні показники формених елементів крові (еритроцитів, лімфоцитів, моноцитів, еозинофілів та базофілів), нами було встановлено певні закономірності у показниках площі (*табл. 2*).

Таблиця 2

Порівняльна характеристика метричних показників формених елементів крові корів української чорно-рябої молочної породи, $M \pm m$

Формені елементи крові, мкм	Вікова група тварин	
	3 місяці (n=15)	3–5 років (n=15)
Еритроцити	14,76±0,89	14,43±1,38
Лімфоцити	95,86±5,22	87,23±5,0*
Моноцити	65,81±3,95	77,71±5,39*
Еозинофіли	55,31±2,47	56,03±1,70*
Базофіли	55,47±3,47	57,87±2,37

*Примітка:** – $P < 0,05$ порівняно з показниками молодняку великої рогатої худоби до 3-х місячного віку.

Зокрема, у молодняку великої рогатої худоби площа лімфоцитів виявилася вірогідно більшою ($P < 0,05$) на 9,01 %, й становила 95,86 мкм, натомість, у дорослої худоби цей показник складав 87,23 мкм. Більшими за площею у молодняку великої рогатої худоби виявся також розмір еритроцитів – 14,76 мкм, у дорослих тварин цей показник у середньому складав склав 14,43 мкм, що на 2,24 % менше, ніж у тварин до 3-х місячного віку, у той же час вірогідних значень цей показник не набув.

Нами зафіксовано, що у групі тварин віком від 3-х до 5-ти років такі формені елементи крові як моноцити, еозинофіли та базофіли виявилися більшими за показником їх площі від аналогічних у молодняку великої рогатої худоби віком до 3-х місяців на 15,32, 1,29 та 4,15 % й становили 77,71, 56,03 та 57,87 мкм відповідно. Натомість у молодняку ці показники по групі у середньому склали 65,81, 55,31 та 55,47 мкм відповідно. Слід зауважити, що вірогідних значень ($P < 0,05$) за результатами наших досліджень набули лише показники моноцитів та еозинофілів.

Про різницю у гематологічних показниках великої рогатої худоби різного віку статі та фізіологічного стану свідчать дані Saulko, et al., 2017, та багатьох інших науковців, які вказують, що кількість еритроцитів крові тільних корів коливається у межах 6,25–7,04 Т/л, тоді як у новонароджених телят дані показники були дещо вищими – від 7,31 до 7,79 Т/л [7, 8, 11, 12].

Численні дослідження вказують на важливість гематологічних досліджень з метою оцінки загального фізіологічного стану, при чому різні породи мають свої кореляційні норми. Гематологічні

дослідження проведені на великій рогатій худобі породи Jersey показали, що найвища середня загальна кількість еритроцитів та обсяг еритроцитів були зареєстровані у віці від двох до шести років, тоді як найнижчі значення були зареєстровані у десяти річних особин. Найвища загальна кількість лейкоцитів була зафіксована у тварин від двох до шести років породи Red Sindhi. Дослідники виявили достовірні відмінності серед порід і вікових груп для всіх гематологічних параметрів за винятком кількості еозинофілів і базофілів. Виниклі відмінності можуть бути пов'язані з різницею у віці, породі та фізіологічному стані досліджуваних тварин [9, 13, 14].

У літературі описано, що кількість нейтрофілів та співвідношення їх до лімфоцитів змінюються впродовж життя. Через 24 години після народження телят кількість моноцитів є нижчою у порівнянні з нормою. Проте, вже через 48 годин загальна кількість лейкоцитів, зрілих нейтрофілів і моноцитів, а також співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів збільшуються [10, 15].

При порівнянні гематологічних показників голштинських телят віком від двох до 5-ти міс. виявлено, що телята мали високу кількість ретикулоцитів. Науковці зазначають, що збільшення гемоглобіну є показником прискореного еритропоезу [11, 21, 22].

Велика рогата худоба бельгійської блакитної породи має специфічні гематологічні та біохімічні показники. Корови мають збільшений рівень еритроцитів, гемоглобіну і лімфоцитів, що свідчить про різні референтні межі фізіологічних показників у залежності від породи [12, 16, 17]. Також є дані, що вказують на сезонні фізіологічні коливання макроелементів, мікроелементів та біохімічних показників крові (міді, цинку, магнію, заліза, хлору натрію, калію, кальцію, фосфору, сечовини, лужної фосфатази (ALP), креатиніну (CR), аспартат-амінотрансферази (AST), аланінамінотрансферази (ALT)), що впливають на фізіологічні показники крові тварин [18–20, 22].

Отримані нами дані доповнюють існуючі описові критерії морфологічних та морфометричних показників формених елементів крові корів української червоно-рябої молочної породи.

Висновки

Встановлено, що телята української червоно-рябої молочної породи у віці 3-х місяців за результатами дослідження лейкограми мають на 3,56 % більший відсоток лімфоцитів (64,90 %, $P < 0,05$) у порівнянні з коровами віком від 3-х до 5-ти років. Визначено, що площа лімфоцитів у молодняку виявилася вірогідно більшою на 9,01 % ($P < 0,05$) у порівнянні з дорослими тваринами. За морфологічного дослідження крові від телят встановлено, що у мазках, поряд з фізіологічно нормальними за формою й будовою еритроцитами та лейкоцитами також відмічаються й патологічні форми еритроцитів – кодоцити та мішенеподібні їх форми. Кількість патологічних форм еритроцитів у

молодняку виявилася більшою (від 4-х, 5-ти до 9-ти екземплярів у полі зору мікроскопа) порівняно із дорослими тваринами.

Визначено, що у крові корів від 3-х до 5-ти річного віку відсоток моноцитів є вірогідно нижчим на 20,3 % ($P < 0,05$) у порівнянні з молодняком у віці до 3-х місяців. Метрично вірогідно більшими ($P < 0,05$) за площею виявилися такі формені елементи як моноцити і еозинофіли. Із патологічних форм еритроцитів у мазках крові від корів були виявлені лише кодоцити.





Конфлікт інтересів

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

References

1. Dash, I. (2019). Morphometric study of red blood cells in non-descriptive cattle with respect to age and sex. *Comparative Clinical Pathology*, 29 (1), 127–133. <https://doi.org/10.1007/s00580-019-03037-3>
2. Adili, N., Melizi, M., & Bennoune, O. (2013). The influence of age, sex and altitude on the morphometry of red blood cells in bovines. *Veterinary World*, 6 (8), 476. <https://doi.org/10.5455/vetworld.2013.476-478>
3. Adili, N., Melizi, M., Belabbas, H., & Achouri, A. (2014). Preliminary study of the influence of red blood cells size on the determinism of the breed in cattle. *Veterinary Medicine International*, 2014, 1–4. <https://doi.org/10.1155/2014/429495>
4. Brun-Hansen, H. C., Kampen, A. H., & Lund, A. (2006). Hematologic values in calves during the first 6 months of life. *Veterinary Clinical Pathology*, 35 (2), 182–187. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.2006.tb00111.x>
5. Mohri, M., Sharifi, K., & Eidi, S. (2007). Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. *Research in Veterinary Science*, 83 (1), 30–39. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2006.10.017>
6. Kim, Y.-M., Lee, J.-A., Jung, B.-G., Kim, T.-H., Lee, B.-J., & Suh, G.-H. (2015). Reference ranges of hematology and lymphocyte subsets in healthy Korean native cattle (Hanwoo) and Holstein dairy cattle. *Animal Science Journal*, 87 (6), 796–801. Portico. <https://doi.org/10.1111/asj.12485>
7. Saulko, V. V., Dovha, L. V., & Mazurkevych, A. Y. (2017). Erythrograma krovi tilnykh koriv ta teliat riznykh bioheokhimichnykh provintsii za mikroelementoziv. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn*, 18 (1), 79–81. [in Ukrainian]
8. Kucher, D. M. (2012). Morfolohichni ta biokhimichni pokaznyky krovi koriv-pervistok riznykh variantiv pidboru. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 97 (4), 96–100. [in Ukrainian]
9. Ipsita, D., Ananya, B., & Prafulla K., M. (2015). Hematological analysis of three breeds of cows. *Indian Journal of Biology*, 5 (12), 31–39. <https://doi.org/10.21088/ijb.2394.1391.2115.5>
10. Adams, R., Garry, F. B., Aldridge, B. M., Holland, M. D., & Odde, K. G. (1992). Hematologic values in newborn beef calves. *American Journal of Veterinary Research*, 53 (6), 944–950. <https://doi.org/10.2460/ajvr.1992.53.06.944>
11. Harper, S. B., Hurst, W. J., Ohlsson-Wilhelm, B., & Lang, C. M. (1994). The Response of various hematologic parameters in the young bovine subjected to multiple phlebotomies. *ASAIO Journal*, 40 (3), 816–825. <https://doi.org/10.1097/00002480-199407000-00112>
12. Guyot, H., Legroux, D., Eppe, J., Bureau, F., Cannon, L., & Ramery, E. (2024). Hematologic and serum biochemical characteristics of belgian blue cattle. *Veterinary Sciences*, 11 (5), 222. <https://doi.org/10.3390/vetsci11050222>
13. Rafia, S., Taghipour-Bazargani, T., Khaki, Z., Bokaie, S., & Sattari Tabrizi, S. (2011). Effect of body condition score on dynamics of hemogram in periparturient Holstein cows. *Comparative Clinical Pathology*, 21 (5), 933–943. <https://doi.org/10.1007/s00580-011-1204-9>
14. Chen, H., Yu, B., Liu, C., Cheng, L., Yu, J., Hu, X., & Xiang, M. (2022). Hematology reference intervals for holstein cows in Southern China: a study of 786 subjects. *Veterinary Sciences*, 9 (10), 565. <https://doi.org/10.3390/vetsci9100565>
15. Herman, N., Trumel, C., Geffré, A., Braun, J.-P., Thibault, M., Schelcher, F., & Bourges-Abella, N. (2018). Hematology reference intervals for adult cows in France using the Sysmex XT-2000iV analyzer. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 30 (5), 678–687. <https://doi.org/10.1177/1040638718790310>
16. Panousis, N., Siachos, N., Kitkas, G., Kalaitzakis, E., Kritsepikonstantinou, M., & Valergakis, G. E. (2018). Hematology reference intervals for neonatal Holstein calves. *Research in Veterinary Science*, 118, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.01.002>
17. Roland, L., Drillich, M., & Iwersen, M. (2014). Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 26 (5), 592–598. <https://doi.org/10.1177/1040638714546490>
18. Tanaka, S., Miyazawa, K., Kuwano, A., Watanabe, K., Ohwada, S., Aso, H., Nishida, S., & Yamaguchi, T. (2008). Age-related changes in leukocytes and T cell subsets in peripheral blood of Japanese Black cattle. *Animal Science Journal*, 79 (3), 368–374. Portico. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2008.00539.x>
19. Henry, E., & Christensen, R. D. (2015). Reference intervals in neonatal hematology. *Clinics in Perinatology*, 42 (3), 483–497. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2015.04.005>
20. Guyot, H., Legroux, D., Eppe, J., Bureau, F., Cannon, L., & Ramery, E. (2024). Hematologic and serum biochemical characteristics of belgian blue cattle. *Veterinary Sciences*, 11 (5), 222. <https://doi.org/10.3390/vetsci11050222>
21. Doornenbal, H., Tong, A. K., & Murray, N. L. (1988). Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages and stages of lactation. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 52 (1), 99–105.
22. Yokus, B., & Cakir, U. D. (2006). Seasonal and physiological variations in serum chemistry and mineral concentrations in cattle. *Biological Trace Element Research*, 109 (3), 255–266. <https://doi.org/10.1385/bter:109:3:255>

ORCID

- I. Kolomak  <https://orcid.org/0000-0002-1601-893X>
S. Sakhnenko  <https://orcid.org/0009-0009-1595-9381>
D. Kononenko  <https://orcid.org/0009-0002-7562-1947>
D. Ovcharenko  <https://orcid.org/0009-0001-7477-0599>



© 2024 Kolomak I., et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Changes in clinical indicators in dogs with dilated cardiomyopathy

T. Zvenihorodska | K. Shepel | I. Dehnych

Article info

Correspondence Author

T. Zvenihorodska

E-mail:

tami777@ukr.net

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

Citation: Zvenihorodska, T., Shepel, K., & Dehnych, I. (2024). Changes in clinical indicators in dogs with dilated cardiomyopathy. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 110–114. doi: 10.31210/spi2024.27.03.18

Dilated cardiomyopathy (DCM) is one of the most common acquired heart diseases in both dogs and humans. It can manifest with pronounced symptoms or have a latent nature. Therefore, our aim was to investigate and assess the frequency of clinical indicators in dogs with dilated cardiomyopathy depending on the functional class of heart failure syndrome. Over the past year, 36 dogs were selected at the educational-scientific-production clinic of Poltava State Agrarian University and divided into groups according to the functional class of heart failure, based on the modified scheme available on the New York Heart Association's website. The study evaluated the clinical manifestations of dilated cardiomyopathy in dogs with different functional classes of heart failure. The research utilized an Aloka F 37 ultrasound machine with a sector ultrasound probe and a base scanning frequency of 5 MHz, as well as an Arman 9L5 X-ray machine. The signs of dilated cardiomyopathy included a body weight-normalized left ventricular end-diastolic dimension > 1.7 units and a normalized left ventricular end-systolic dimension > 1.0 units, as well as a left ventricular ejection fraction < 45%. The asymptomatic course of dilated cardiomyopathy in dogs of various breeds was also manifested by the presence of persistent atrial fibrillation, supraventricular tachycardia, and ventricular arrhythmias. Radiographic signs of dilated cardiomyopathy included an enlarged left ventricular and atrial silhouette, with a vertebral heart score (VHS) > 11. To compare two groups, the non-parametric Mann-Whitney U-test was used, and for comparing multiple groups, the Kruskal-Wallis test was applied. The non-parametric χ^2 test was used to compare the frequency of qualitative characteristics between groups. The relationship between the functional class of heart failure syndrome and clinical indicators was determined using Spearman's correlation method. The difference between the study groups of dogs was considered significant at $P < 0.05$. A statistically significant increase in capillary refill time ($P < 0.05$ and $P < 0.001$ in dogs of III and IV functional classes) and a decrease in body temperature ($P < 0.001$ in dogs of IV functional class) were observed. An increase in heart rate was detected at 1.1, 1.4, and 1.7 times during examination and 1.3, 1.6, and 2.5 times at rest, respectively, compared to clinically healthy animals, with tachypnea showing a positive correlation with disease severity. Peripheral edema and ascites were recorded less frequently, but their incidence increased in later classes. Dyspnea appeared as an early symptom of the pathology. Cyanosis of the mucous membranes and diffuse cardiac impulse were noted in dogs of III and IV functional classes of heart failure. An increasing frequency of systolic murmur, dependent on the stage of the disease, was detected. The frequency of dry cough increased in dogs with heart failure of II-IV functional classes (50, 66.7, and 66.7, respectively). The results emphasize the necessity of early diagnosis for effective treatment of cardiomyopathy in dogs.

Keywords: heart failure, heart rate, cardiac impulse.

Зміни клінічних показників у собак із дилатаційною кардіоміопатією

Т. В. Звенігородська | К. Ю. Шепель | І. С. Дехнич

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Дилатаційна кардіоміопатія (ДКМП) є одним із найпоширеніших набутих захворювань серця як у собак так і в людини. Вона може протікати як з вираженими симптомами так і мати прихований характер. Саме тому нашою метою стало дослідити та оцінити частоту виникнення клінічних показників стану собак з дилатаційною кардіоміопатією в залежності від функціонального класу синдрому серцевої недостатності. Для вирішення завдань в навчально-науково-виробничій клініці Полтавського ДАУ було відібрано за останній рік 36 собак та розділено по групах, в залежності від функціонального класу серцевої недостатності, за модифікованою схемою, розміщеною на сайті New York Heart Association. У дослідженні оцінено клінічні прояви дилатаційної кардіоміопатії у собак з різними функціональними класами серцевої недостатності. Виявлено статистично вірогідне підвищення швидкості наповнення капілярів ($P < 0,05$ та $P < 0,001$ у собак III та IV функціональних класів) та зниження температури тіла ($P < 0,001$ у собак IV функціонального класу). Виявлено зростання серцевих скорочень в 1,1; 1,4 та 1,7 разів під час огляду та 1,3; 1,6 та 2,5 разів в стані спокою відповідно в порівнянні з клінічно здоровими тваринами, а тахіпное проявило позитивну кореляцію з тяжкістю захворювання. Периферичні набряки та асцит реєструвалися рідше, проте їх частота зростала у більш пізніх класах. Задишка була раннім симптомом патології. Ціаноз слизових оболонок і дифузний серцевий поштовх відмічалися у собак III та IV функціональних класів серцевої недостатності. Виявлено зростаючу частоту систолічного шуму, залежного від стадії захворювання. Частота сухого кашлю збільшувалася у собак із серцевою недостатністю II–IV функціонального класу (50, 66,7 та 66,7 % відповідно). Результати підкреслюють необхідність ранньої діагностики для ефективного лікування кардіоміопатії у собак.

Ключові слова: серцева недостатність, серцеві скорочення, серцевий поштовх.

Бібліографічний опис для цитування: Звенігородська Т. В., Шепель К. Ю., Дехнич І. С. Зміни клінічних показників у собак із дилатаційною кардіоміопатією. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 110–114.

Вступ

Кардіоміопатія – це міокардіальне захворювання, при якому серцевий м'яз структурно і функціонально аномальний, за відсутності коронарної артеріальної хвороби, гіпертонії, клапанних серцевих захворювань і вроджених серцевих захворювань, які б могли спричинити аномалію міокарда [1, 6, 15].

Найбільш поширеною кардіоміопатією у собак є ідіопатична дилатаційна кардіоміопатія (ДКМП), яка є найчастішою причиною застійної серцевої недостатності і раптової серцевої смерті у собак уражає здебільшого великі і гігантські породи собак [2]. Вважається, що вона пов'язана з генетичними мутаціями або встановленими спадковими паттернами у деяких порід. Є повідомлення ряду авторів про харчову форму ДКМП у собак, що пов'язана з дефіцитом таурину в раціоні – найчастіше у американських кокер-спанієлів, золотистих ретриверів і ньюфаундлендів, але також у інших порід [3]. Цікаво, що міокардіальні зміни, пов'язані з дефіцитом таурину, частково покращувалися при додаванні тварину в раціон деяких собак [12, 15–17, 20]. Однак, у деяких випадках дієта також змінювалася під час прийому таурину, тому точна роль добавки в лікуванні залишається невідомою [21, 22]. Крім того, повідомлялося про кілька інфекційних і системних захворювань, токсинів і харчових причин ДКМП, які необхідно враховувати, перш ніж можна буде встановити діагноз ідіопатичної ДКМП [5, 10, 18].

Попри достатню кількість специфічних методів візуальної діагностики для собак, таких як ехокардіографія, рентгенографія та інші, діагностувати дилатаційну кардіоміопатію на ранніх стадіях досить складно [13, 14]. Ефективна діагностика серцево-судинних захворювань потребує комплексного підходу, що включає детальне вивчення анамнезу, клінічної картини, результатів рентгенографії, ехокардіографії, електрокардіографії, клінічних та біохімічних аналізів крові. Основними проблемами діагностики кардіоміопатії у собак є довгий безсимптомний період, неспецифічні симптоми та складність підтвердження діагнозу [4, 7].

Клінічні ознаки дилатаційної кардіоміопатії у собак, як правило, неспецифічні, серед них: зниження витривалості, кашель, задишка, асцит, гідроторакс, гідроперикардит, втрата свідомості та аритмії. У доbermanів першим проявом хвороби часто може бути раптова смерть [8, 12].

Мета дослідження

Метою даного дослідження було оцінити частоту виникнення клінічних показників стану собак з дилатаційною кардіоміопатією в залежності від функціонального класу синдрому серцевої недостатності.

Для досягнення мети розв'язували наступні задачі:

- з'ясувати як змінюються такі клінічні параметри як швидкість наповнення кровоносних

капілярів (ШНКК), температура тіла, частота серцевих скорочень у здорових собак та собак з функціональними класами серцевої недостатності;

- з'ясувати як змінюється частота дихальних рухів у собак з різними класами серцевої недостатності під час прийому та під час сну;

- визначити частоту виникнення клінічних симптомів у собак, хворих на дилатаційну кардіоміопатію, залежно від функціонального класу серцевої недостатності.

Матеріали і методи

Дослідження проводилося в умовах навчально-науково-виробничої клініки ПДАУ в період з травня 2023 року по травень 2024 року. Було відібрано 36 собак з дилатаційною кардіоміопатією, яких було розділено на 4 групи, в залежності від класу серцевої недостатності та 11 клінічно здорових собак для контролю. Клас серцевої недостатності визначали за модифікованою схемою, розміщеною на сайті New York Heart Association. Для досліджень використовували ультразвуковий апарат Aloka F 37 з секторним ультразвуковим датчиком та базовою частотою сканування 5 МГц та рентген апарат Арман 9л5.

Ознаками дилатаційної кардіоміопатії були: наявність нормалізованого до маси тіла кінцево-діастолічного розміру лівого шлуночка $> 1,7$ одиниць і нормалізованого кінцево-систолічного розміру лівого шлуночка $> 1,0$ одиниці, фракції викиду лівого шлуночка $< 45\%$ (Dutton & López-Alvarez, 2018) [4]. Прихований перебіг дилатаційної кардіоміопатії у собак різних порід також виявлявся наявністю постійної форми фібриляції передсердь, надшлуночкової тахікардії та шлуночкових порушень серцевого ритму. Рентгенографічні ознаки дилатаційної кардіоміопатії включали збільшення тіні лівого шлуночка та передсердя, кардіо-verteбральний індекс > 11 .

Для порівняння двох груп використовували непараметричний U-критерій Манна-Уїтні, а для порівняння кількох груп – критерій Крускала-Уолліса. Для порівняння частоти зустрічальності якісних ознак між групами застосовували непараметричний критерій χ^2 . Зв'язок між функціональним класом синдрому серцевої недостатності та клінічними показниками визначали за методом кореляції Спірмена. Різницю між дослідними групами собак вважали значущою при $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

У період з травня 2023 року по травень 2024 року 36 собак з ознаками дилатаційної кардіоміопатії, що були виявлені в умовах навчально-науково-виробничої клініки Полтавського ДАУ, в залежності від класу серцевої недостатності (СН) були поділені на 4 групи.

Клінічні параметри собак з дилатаційною кардіоміопатією різних класів СН представлені в *таблиці 1*.

Таблиця 1

Клінічні показники у собак, хворих на дилатаційну кардіоміопатію, залежно від функціонального класу серцевої недостатності

Показник	Групи собак та клас СН				
	клінічно здорові (n=11)	перша група (I клас СН) (n=16)	друга група (II клас СН) (n=8)	третья група (III клас СН) (n=6)	четверта група (IV клас СН) (n=6)
Швидкість наповнення кровоносних капілярів, с	1,6±0,1	1,6±0,1	2,4±0,2	3,3±0,1*	4,3±0,2***
Температура, °С	38,7±0,3	38,6±0,3	38,5±0,2	38,2±0,2	37,6±0,2***
Частота серцевих скорочень, уд/хв	116±3,1	117±3,4	125±4,4*	138±5,6**	140±4,8***
Частота дихальних рухів, рух/хв. під час огляду	26,5±2,2	29,4±1,5	31,2±1,8	37,3±2,4*	47,3±1,7***
Частота дихальних рухів, рух/хв. під час сну	18,0±0,9	23,4±1,2*	25,7±1,2*	36,5±2,1***	45,6±2,4***

Примітки: * – P<0,05, ** – P<0,01 *** – P<0,001 – порівняно з клінічно здоровими тваринами.

Встановлено, що у собак з дилатаційною кардіо-міопатією достовірно підвищувались показники швидкості наповнення кровоносних капілярів до 4,3±0,2 с (P<0,001) в групі четвертого функціонального класу серцевої недостатності та до 3,3±0,1 с (P<0,05) – третього класу. Також зареєстрували статистично вірогідне зниження температури тіла до 37,6±0,2 °С (P<0,001) у собак з четвертим функціональним класом серцевої недостатності. Варто відмітити, що температура тіла у собак з серцевою недостатністю достовірно (P<0,001) негативно корелювала (r = -0,53) з величиною функціонального класу серцевої недостатності.

Ще одним статистично важливим показником є ЧСС, цей показник достовірно зростає в

функціональних класах другої – 125±4,4 уд/хв, третьої – 138±5,6 уд/хв та четвертої груп СН – 140±4,8 уд/хв.

У хворих собак реєстрували тахіпное – у собак з дилатаційною кардіоміопатією у II-IV класах СН реєстрували підвищення ЧСС в 1,1; 1,4 та 1,7 разів під час огляду та 1,3; 1,6 та 2,5 разів в стані спокою відповідно в порівнянні з клінічно здоровими тваринами. Ці показники позитивно корелюють з величиною функціонального класу СН ((r=0,64 та r=0,59, P<0,001).

Частоту виявлення різних клінічних симптомів при дилатаційній кардіоміопатії у собак наведено в **таблиці 2**.

Таблиця 2

Частота виявлення різних клінічних симптомів при дилатаційній кардіоміопатії у собак

Показник	Групи собак та клас СН, %				
	клінічно здорові (n=11)	перша група (I клас СН) (n=16)	друга група (II клас СН) (n=8)	третья група (III клас СН) (n=6)	четверта група (IV клас СН) (n=6)
Сухий кашель	-	-	50	66,7	66,7
Периферичні набряки	-	-	-	-	33,4
Диспное під час звичайних навантажень	18,2	25	62,5	83,3	16,7
Диспное під час незначних навантажень	-	-	-	33,4	16,7
Диспное під час спокою	-	-	-	16,7	33,4
Тахіпное	-	12,5	25	100	100
Ціаноз слизових оболонок	-	-	-	33,4	50
Дифузний серцевий поштовх	-	12,5	25	83,3	100
Систолічне тремтіння навколосерцевої ділянки	-	6,3	37,5	50	66,7
Каудальне зміщення серцевого поштовху	-	6,3	50	83,3	100
Систолічний шум в ділянці мі трального клапану	-	6,3	37,5	66,7	83,3
Систолічний шум в ділянці трикуспідального клапану	-	-	-	16,8	16,8
Асцит	-	-	-	33,4	16,8

Як бачимо з **таблиці 2** у собак з дилатаційною кардіоміопатією рідко спостерігаються периферичні набряки. Нами було зареєстровано 2 випадки (33,4 %) у четвертому класі СН. Ці дані збігаються з даними

Kumar et al., 2017 що досліджували серцеву недостатність у собак різного віку [15]. Варто зазначити, що в одного з собак із набряками задніх кінцівок реєстрували також асцит (16,7 %).

Lakshmi et al., 2017 в своїй роботі також зазначають зв'язок набряків задніх кінцівок у собак із розвитком асциту [14].

Варто зазначити, що одним із найперших симптомів дилатаційної кардіоміопатії у собак є задишка. На ранніх стадіях захворювання (I–II функціональний клас серцевої недостатності) задишка під час звичайних фізичних навантажень спостерігалася у 25 % і 62,5 % хворих собак, що було достовірно частіше ($P < 0,05$), ніж у клінічно здорових тварин. У собак з дилатаційною кардіоміопатією, яка ускладнилася термінальними стадіями серцевої недостатності (III–IV функціональний клас), задишка у стані спокою діагностувалася у всіх досліджуваних випадках.

При дилатаційній кардіоміопатії у собак, ускладненій серцевою недостатністю III–IV функціонального класу, ціаноз слизових оболонок спостерігався у 33,4 % і 50 % собак відповідно.

У всіх клінічно здорових собак під час обстеження виявляли локалізований серцевий поштовх. Однак із розвитком і прогресуванням дилатаційної кардіоміопатії серцевий поштовх стає дифузним. Зокрема, серед собак, хворих на дилатаційну кардіоміопатію, ускладнену серцевою недостатністю I–IV функціонального класу, частота виявлення дифузного серцевого поштовху становила 12,5; 25; 83,3; 100 % відповідно.

Основною ознакою кардіоміопатії є систолічний шум у проекції атріовентрикулярних клапанів. Ці шуми зумовлені розвитком відносної недостатності мітрального та трикуспідального клапанів, що виникає внаслідок значної дилатації лівих і правих відділів серця та розширення фіброзних кілець клапанів. У клінічно здорових тварин тони серця зазвичай чистого тембру, без сторонніх шумів. Однак у собак, хворих на дилатаційну кардіоміопатію, систолічний шум у точці найкращого вислуховування мітрального клапана реєстрували в 6,3, 37,5, 66,7 і 83,3 % випадків при СН I–IV функціонального класу відповідно.

Систолічний шум у проекції трикуспідального клапана діагностували значно рідше. При серцевій недостатності III–IV функціонального класу цей симптом виявляли лише в однієї тварини із кожної групи – 16,8 %. Як зазначає Borgarelli et al, 2006 [1] при прогресуванні лівошлуночкової серцевої недостатності у собак, хворих на дилатаційну кардіоміопатію, розвивається синдром легеневої гіпертензії, що пояснює наявність симптому у вигляді акценту другого тону серця в проекції легеневої артерії.

Сухий кашель у собак із серцевою недостатністю II–IV функціонального класу спостерігався з частотою 50, 66,7 та 66,7 % відповідно. Ці дані збігаються з даними Devi et. al., 2006 [3], що відмічають збільшення частоти такого кашля в нічний період.

Висновки

У собак з дилатаційною кардіоміопатією спостерігається достовірне підвищення швидкості наповнення капілярів у III та IV функціональних

класах серцевої недостатності, що супроводжується зниженням температури тіла, корельованим із важчими стадіями захворювання (до $37,6 \pm 0,2$ °C, $p = 0.001$ в четвертій групі). Частота серцевих скорочень значно зростає з підвищенням функціонального класу серцевої недостатності. Тахічне реєструється часто і виявляє високу кореляцію з тяжкістю патології (100 % собак у третій та четвертій групах). Периферичні набряки та асцит спостерігаються рідко, проте їх частота зростає у четвертому класі серцевої недостатності. Задишка є одним з ранніх проявів дилатаційної кардіоміопатії, що значно частіше виникає при фізичному навантаженні у собак із початковими стадіями захворювання, ніж у клінічно здорових тварин (25 та 62,5 % у першій та другій групі тварин в порівнянні із 18 % у клінічно здорових).

Перспективою подальших досліджень є контроль та виявлення патологій серця в собак на ранніх стадіях для профілактики та своєчасного лікування.

Конфлікт інтересів

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

References

- Borgarelli, M., Santilli, R. A., Chiavegato, D., D'Agnolo, G., Zanatta, R., Mannelli, A., & Tarducci, A. (2006). Prognostic indicators for dogs with dilated cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 20 (1), 104. [https://doi.org/10.1892/0891-6640\(2006\)20\[104:pifdwd\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1892/0891-6640(2006)20[104:pifdwd]2.0.co;2)
- Brieler, J., Breeden, M. A., & Tucker, J. (2017). Cardiomyopathy: An Overview. *American Family Physician*, 96 (10), 640–646.
- Devi, L., Prabhu, B. M., Galati, D. F., Avadhani, N. G., & Anandatheerthavarada, H. K. (2006). Accumulation of amyloid precursor protein in the mitochondrial import channels of human alzheimer's disease brain is associated with mitochondrial dysfunction. *The Journal of Neuroscience*, 26 (35), 9057–9068. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1469-06.2006>
- Dutton, E., & López-Alvarez, J. (2018). An update on canine cardiomyopathies – is it all in the genes? *Journal of Small Animal Practice*, 59 (8), 455–464. <https://doi.org/10.1111/jsap.12841>
- Freid, K. J., Freeman, L. M., Rush, J. E., Cunningham, S. M., Davis, M. S., Karlin, E. T., & Yang, V. K. (2020). Retrospective study of dilated cardiomyopathy in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35 (1), 58–67. <https://doi.org/10.1111/jvim.15972>
- Freeman, L. M., Stern, J. A., Fries, R., Adin, D. B., & Rush, J. E. (2018). Diet-associated dilated cardiomyopathy in dogs: what do we know? *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 253 (11), 1390–1394. <https://doi.org/10.2460/javma.253.11.1390>
- Freeman, L., Rush, J., Adin, D., Weeks, K., Antoon, K., Brethel, S., Cunningham, S., Santos, L. D., Girens, R., Goldberg, R., Karlin, E., Lessard, D., Lopez, K., Rouben, C., Vereb, M., & Yang, V. (2022). Prospective study of dilated cardiomyopathy in dogs eating nontraditional or traditional diets and in dogs with subclinical cardiac abnormalities. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 36 (2), 451–463. <https://doi.org/10.1111/jvim.16397>
- Friederich, J., Seuß, A. C., & Wess, G. (2020). The role of atrial fibrillation as a prognostic factor in doberman pinschers with dilated cardiomyopathy and congestive heart failure. *The Veterinary Journal*, 264, 105535. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105535>
- Devi, S., Jani, R. G., Karlette, A. F., & Singh, R. D. (2009). Study on Clinical symptoms in canine cardiac diseases. *Veterinary World*, 2 (8), 307–309.

10. Harmon, M. W., Leach, S. B., & Lamb, K. E. (2017). Dilated cardiomyopathy in standard schnauzers: retrospective study of 15 cases. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 53 (1), 38–44. <https://doi.org/10.5326/jaaha-ms-6506>
11. Guglielmini, C., Valente, C., Romito, G., Mazzoldi, C., Baron Toaldo, M., Goncalves Sousa, M., Wolf, M., Beluque, T., Domenech, O., Patata, V., Porciello, F., Ferrari, P., Caivano, D., Contiero, B., & Poser, H. (2023). Risk factors for atrial fibrillation in dogs with dilated cardiomyopathy. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1183689>
12. Kaplan, J. L., Stern, J. A., Fascetti, A. J., Larsen, J. A., Skolnik, H., Peddle, G. D., Kienle, R. D., Waxman, A., Cocchiario, M., Gunther-Harrington, C. T., Klose, T., LaFauci, K., Lefbom, B., Machen Lamy, M., Malakoff, R., Nishimura, S., Oldach, M., Rosenthal, S., Stauthammer, C., Ontiveros, E. (2018). Taurine deficiency and dilated cardiomyopathy in golden retrievers fed commercial diets. *PLOS ONE*, 13 (12), e0209112. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209112>
13. Lakshmi, K., Padmaja, K., & Nagaraj, P. (2017). Clinico-diagnostic aspects of right sided heart failure in dogs. *The Pharma Innovation*, 6 (6, Part A), 49.
14. Kumar, K. S., Srikala, D., Ayodhya, S., & Kumar, V. V. V. (2016). Diagnosis and management of heart failure in dogs-a clinical study. *Intas Polivet*, 17 (1), 121–128.
15. Smith, C. E., Pamell, L. D., Lai, C.-Q., Rush, J. E., Adin, D. B., Ordovás, J. M., & Freeman, L. M. (2022). Metabolomic profiling in dogs with dilated cardiomyopathy eating non-traditional or traditional diets and in healthy controls. *Scientific Reports*, 12 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26322-8>
16. Vollmar, A. (2000). The prevalence of cardiomyopathy in the Irish wolfhound: a clinical study of 500 dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 36 (2), 125–132. <https://doi.org/10.5326/15473317-36-2-125>
17. Walker, A. L., DeFrancesco, T. C., Bonagura, J. D., Keene, B. W., Meurs, K. M., Tou, S. P., Kurtz, K., Aona, B., Barron, L., McManamey, A., Robertson, J., & Adin, D. B. (2022). Association of diet with clinical outcomes in dogs with dilated cardiomyopathy and congestive heart failure. *Journal of Veterinary Cardiology*, 40, 99–109. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2021.02.001>
18. Ward, J., Ware, W., & Viall, A. (2019). Association between atrial fibrillation and right-sided manifestations of congestive heart failure in dogs with degenerative mitral valve disease or dilated cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Cardiology*, 21, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.10.006>
19. Ware, W. A., Bonagura, J. D., & Scansen, B. A. (2021). Management of Heart Failure. *Cardiovascular Disease in Companion Animals*, 337–360. <https://doi.org/10.1201/9780429186639-25>
20. Wess, G., Domenech, O., Duker-McEwan, J., Häggström, J., & Gordon, S. (2017). European society of veterinary cardiology screening guidelines for dilated cardiomyopathy in doberman pinschers. *Journal of Veterinary Cardiology*, 19 (5), 405–415. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2017.08.006>
21. Wess, G., Schulze, A., Butz, V., Simak, J., Killich, M., Keller, L. J. M., Maeurer, J., & Hartmann, K. (2010). Prevalence of dilated cardiomyopathy in doberman pinschers in various age groups. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 24 (3), 533–538. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2010.0479.x>
22. Wess, G. (2022). Screening for dilated cardiomyopathy in dogs. *Journal of Veterinary Cardiology*, 40, 51–68. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2021.09.004>

ORCID

- T. Zvenihorodska  <https://orcid.org/0000-0002-4186-5700>
 K. Shepel  <https://orcid.org/0009-0005-7574-2732>
 I. Dehnych  <https://orcid.org/0000-0001-5687-3765>



2024 Zvenihorodska T., et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Parasitic contamination of environmental objects with nematode eggs of *Trichuris* genus in the city of Poltava

O. Dolhin✉

Article info

Correspondence Author

O. Dolhin

E-mail:

oleksandr.dolhin@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovorody Str., 1/3,
Poltava, 36003,
Ukraine

Citation: Dolhin, O. (2024). Parasitic contamination of environmental objects with nematode eggs of *Trichuris* genus in the city of Poltava. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 115–120. doi: 10.31210/spi2024.27.03.19

The spreading of dog digestive tract helminthoses, including trichurosis, still remains a topical problem, where one of the factors of significant infestations' spreading is the contamination of the environment with parasites' eggs, which can be preserved in the environment for a long time and cause infestation of susceptible animals. Therefore, one of the important factors in maintaining veterinary well-being in relation to dog trichurosis is establishing the contamination level of environmental objects by propagative stages of nematode development. The purpose of the research was to determine contamination indicators of sand and soil in the city of Poltava with nematode eggs of *Trichuris* genus. The studies were conducted on the basis of the laboratory of parasitology of Poltava State Agrarian University. Sand samples from sandboxes located on the territory of the city of Poltava, as well as soil from the territories adjacent to them were studied. The main contamination indicators were the extensive contamination index and intensive contamination index. It was revealed by the conducted research that 61 out of 90 sandboxes in the city of Poltava were contaminated with nematode eggs of *Trichuris* genus, where the extensive contamination index made 67.78 %, and the intensive contamination index made 195.79±18.41 eggs/kg. The territory of Kyiv district was the most contaminated with nematode eggs, where 25 out of 30 sandboxes were contaminated with propagative stages of trichurises development, and the level of parasites' contamination was 83.33 % and 218.91±17.27 eggs/kg. It was found that the most infected sand was taken from the surface at the edges of the sandbox, near its walls, where the extensive and intensive contamination indices made 41.11 % and 320.27±35.43 eggs/kg, respectively. Also, high rates of parasitic infestation were found during studying the soil, taken from the surface at a distance of 1 m from the sandbox, where, on the average, the extensive contamination index was 46.67 %, and the intensive contamination index was 263.90±28.87 eggs/kg. With an increase in the sampling depth, the indicators of contamination with trichurises' eggs decreased and amounted to: on the surface – 36.67–46.67 % and 120.37–320.7 eggs/kg, at a depth of 5 cm – 14.44–30.00 % and 80.77–274.07 eggs/kg, and at a depth of 10 cm – 8.89–20.00 % and 62.50–125.00 eggs/kg. The obtained results of parasitological studies prove that the territory of sandboxes is a real factor in the transmission of invasive agents, which must be taken into account in assessing the risks of infecting dogs with trichurosis causative agent.

Keywords: parasitology, trichurosis, dogs, nematode eggs, contamination level

Паразитарне забруднення об'єктів довкілля яйцями нематод роду *Trichuris* у місті Полтава

O. С. Долгін

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Поширення гельмінтозів травного тракту собак, у тому числі й трихурузу, досі залишається актуальною проблемою, де одним з факторів значного розповсюдження інвазій є контамінація навколишнього середовища яйцями паразитів, які тривалий час можуть зберігатися у довкіллі та спричинювати зараження сприйнятливих тварин. Тому, одним із важливих факторів підтримання ветеринарного благополуччя щодо трихурузу собак є встановлення рівня забрудненості об'єктів довкілля пропативними стадіями розвитку нематод. Метою досліджень було визначення показників контамінації піску та ґрунту в м. Полтава яйцями нематод роду *Trichuris*. Дослідження проводили на базі лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету. Досліджували проби піску з пісочниць, що розташовані на території міста Полтави, а також ґрунт з прилеглих до них територій. Основними показниками контамінації були екстенсивний індекс контамінації та інтенсивний індекс контамінації. Проведеними дослідженнями виявлено, що 61 з 90 пісочниць м. Полтава виявилася забрудненою яйцями нематод роду *Trichuris*, де екстенсивний індекс контамінації становив 67,78 %, а інтенсивний індекс контамінації – 195,79±18,41 яєць/кг. Найбільш забрудненою яйцями нематод виявилася територія Київського району, де 25 з 30 пісочниць були контаміновані пропативними стадіями розвитку трихурисів, а рівень забрудненості паразитами становив 83,33 % та 218,91±17,27 яєць/кг. Виявлено, що найбільш забрудненим виявився пісок, відібраний з поверхні по краях пісочниці, біля її стінок, де екстенсивний та інтенсивний індекс контамінації становили 41,11 % та 320,27±35,43 яєць/кг відповідно. Також високі показники паразитарного забруднення виявлено при дослідженні ґрунту, відібраного з поверхні на відстані 1 м від пісочниці, де у середньому екстенсивний індекс контамінації становив 46,67 %, а інтенсивний індекс контамінації – 263,90±28,87 яєць/кг. Зі збільшенням глибини відбору проб показники контамінації яйцями трихурисів зменшувалися і становили: на поверхні – 36,67–46,67 % та 120,37–320,7 яєць/кг, на глибині 5 см – 14,44–30,00 % та 80,77–274,07 яєць/кг, на глибині 10 см – 8,89–20,00 % та 62,50–125,00 яєць/кг. Отримані результати паразитологічних досліджень доводять, що територія пісочниць є реальним фактором передачі інвазійних агентів, який необхідно враховувати в оцінці ризиків зараження собак збудником трихурузу.

Ключові слова: паразитологія, трихуроз, собаки, яйця нематод, рівень контамінації

Бібліографічний опис для цитування: Долгін О. С. Паразитарне забруднення об'єктів довкілля яйцями нематод роду *Trichuris* у місті Полтава. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 115–120.

Introduction

Many parasitic diseases of carnivores are zoonoses and are dangerous not only to the animals themselves, but also to humans. In modern cities, nematodoses are among such diseases, including dog trichuriasis, are of the greatest epidemiological importance [1–4]. This is explained by the fact that, firstly, trichurises' causative agents have a direct cycle of development, connected mainly with the soil. Secondly, the resistance of nematode eggs to the effects of adverse factors allows them to be stored in the external environment for a long time. As a result, a high probability of infecting susceptible animals is created. Thirdly, it should be taken into account that urban conditions are characterized by the accumulation in the immediate vicinity of the residential area of a large number of domestic and stray dogs, which are a source of soil contamination with nematode eggs [5–12].

The studies conducted in different countries showed a high level of soil and grass contamination with parasitic elements in recreation places, public and urban areas, parks, green zones, bicycle tracks, playgrounds, sandboxes, and beaches. When using these areas, people often bring pets with them, which may defecate in public places, thus contaminating the environment with parasites and contributing to zoonotic transmitting and infecting other animals. Also, researches by scientists have shown that soil and sand are the most epidemiologically significant substrates for geo-helminthiasis, in which, under favorable climatic conditions, geohelminthes' eggs are preserved for a long time; they develop and reach the invasive stage, contributing to the spreading of parasitic diseases [13–15].

For example, the authors conducted the study of feces collected from the territory of 190 urban parks in Australia. On the whole, 44.2 % of the parks were infected with parasites' eggs, where *Trichuris* spp. accounted for 1.3 % [16]. On the territory of Poland, the study of 200 feces samples obtained from city and dog parks located in the districts of Warsaw was conducted. The eggs of gastro-intestinal nematodes, including *T. vulpis*, were found in 23 (11.5 %) of the examined fecal samples. The presence of parasites was confirmed in 14 out of 20 investigated places (70 %), including eight city parks (72.7 %) and six dog-walking parks (66.7 %) [17]. In the East Slovakian Lowland, the region near the EU border with Ukraine, during the study of 148 soil samples from public places, the presence of *Trichuris* spp. eggs made 29.05 % [18]. In three different Italian municipalities, studies were conducted on dog feces collected in public green areas (children's playgrounds, parks, etc.). Out of the total number of 677 collected samples, 38 (5.6 %) gave the positive result for helminthes' eggs parasitizing in dogs. Moreover, *T. vulpis* was the most common (4.4%); the eggs of *T. canis* (1.9%) and *A. caninum* (0.4 %) were found less often. The values of spreading *T. vulpis* and *T. canis* nematode eggs showed the similar tendency in each municipality (7.7 and 1.9 % in Rome, 5.1 and 3.6 % in Teramo, 1.5 and 0.7 % in Padua, respectively) [19].

The purpose of the study

The purpose of the studies was to determine sand and soil contamination indicators in the city of Poltava with nematode eggs of *Trichuris* genus.

Materials and methods

The work was conducted during 2023–2024 at the laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expert Examination of Poltava State Agrarian University.

The study of the level of contaminating environmental objects with trichurises' eggs was carried out by examining samples of sand from sandboxes and soil from the territories adjacent to them in the city of Poltava (Podil, Shevchenko, and Kyiv districts). The selection of sand samples was conducted in sandboxes' central part, along the edges, and near the walls. Soil samples were taken directly outside the sandboxes near their walls, at a distance of 1 and 3 m from them. All samples were taken from different depths (0.5 and 10 cm). The samples were prepared according to the method of G. A. Kotelnikov (1984) [20], and the study on nematode egg contamination was carried out according to the method of V. V. Melnychuk and I. D. Yuskiv (2019) [21].

The main indicators of contamination were extensive contamination index (ECI, %) and intensive contamination index (ICI, eggs/kg).

A total of 1.350 samples and 90 sandboxes were examined.

Mathematical analysis of the obtained data was performed using the Microsoft "EXCEL" applied program package by determining the arithmetic mean (M) and standard error (m).

Results and discussion

It was revealed by the conducted research that 61 out of 90 sandboxes in the city of Poltava were contaminated with nematode eggs of *Trichuris* genus, where the extensive contamination index made 67.78 %, and the intensive contamination index was 195.79 ± 18.41 eggs/kg. The territory of Kyiv district was the most contaminated with nematode eggs, where 25 out of 30 sandboxes were infected with propagative stages of trichurises' development, and the level of parasites' contamination was 83.33% and 218.91 ± 17.27 eggs/kg (**Fig. 1**).

The territory of Podil district was less contaminated with nematode eggs, where 22 out of 30 sandboxes were contaminated with trichurises eggs, and the level of contamination with parasites was 73.33 % and 189.95 ± 17.27 eggs/kg. The least contaminated was the territory of Shevchenko district, where 14 out of 30 sandboxes were infested with trichurises' eggs, and the level of infestation with parasites was 46.67 % and 163.70 ± 21.04 eggs/kg.

It was found that the sand taken from the surface at the edges of the sandbox, near its walls turned out to be the most polluted, where the extensive and intensive

contamination indices were 41.11 % and 320.27±35.43 eggs/kg, respectively. Also, high rates of parasitic infestation were found at examining the soil, taken from the surface at a distance of 1 m from the

sandbox, where, on the average, the extensive contamination index made 46.67 %, and the intensive contamination index was 263.90±28.87 eggs/kg.

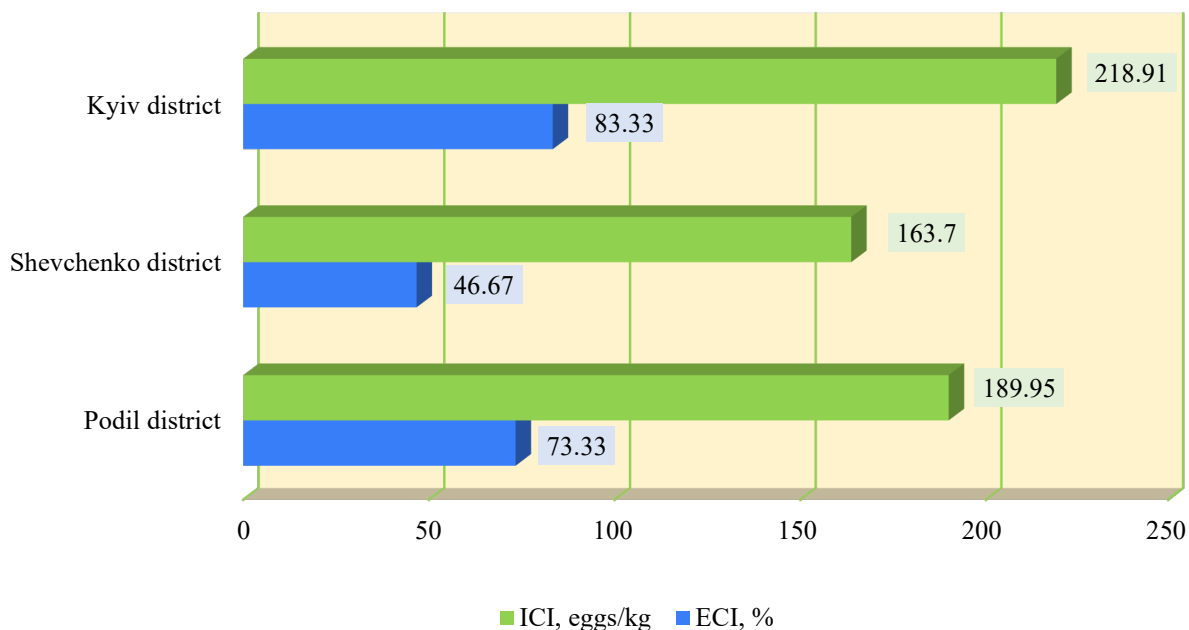


Fig. 1. Indicators of contaminating environmental objects in different districts of Poltava with nematode eggs of *Trichuris* genus

As the depth of sampling increased, the indicators of contamination with trichurises' eggs decreased. In particular, the samples taken from the surface of environmental objects had the highest levels of contamination, namely: the sand from the central part of the sandbox – 34.44 % and 214.52±26.05 eggs/kg, the

sand from the sandbox edges, near its walls – 41.11 % and 320.27±35.43 eggs/kg, the soil outside the sandbox, near its walls – 26.67 % and 266.67±41.78 eggs/kg, the soil at a distance of 1 m from the sandbox – 46.67 % and 263.90±28.87 eggs/kg, soil at a distance of 3 m from the sandbox – 30.00 % and 120.37±17.75 eggs/kg (**Fig. 2**).

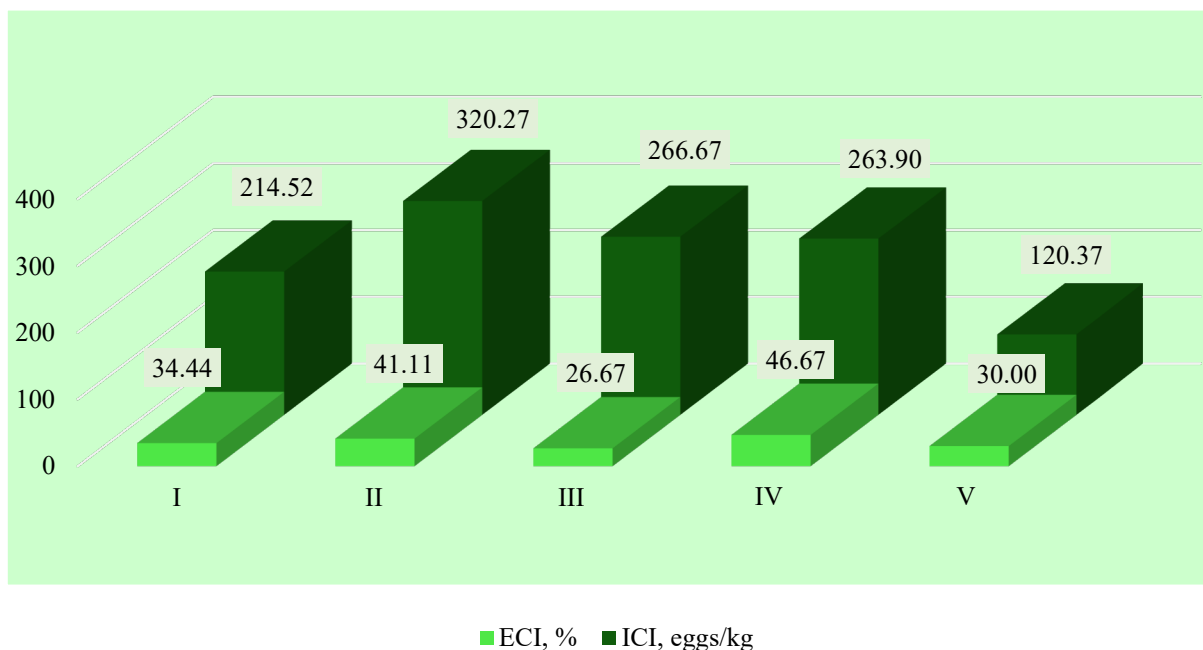


Fig. 2. Indicators of samples' contamination with trichurises' eggs, taken from the surface: I – sand from the central part of the sandbox; II – sand from the edges of the sandbox, near its walls; III – soil outside the sandbox, near its walls; IV – soil at a distance of 1 m from the sandbox; V – soil at a distance of 3 m from the sandbox

The indicators of the extensive and intensive contamination index of the samples taken from a depth of 5 cm turned out to be somewhat lower than those taken from the surface, namely: the sand from the central part of the sandbox – 30.00 % and 274.07±33.80 eggs/kg, the sand from the edges of the sandbox, near its

walls – 17.78 % and 146.88±38.32 eggs/kg, the soil outside the sandbox, near its walls – 18.89 % and 191.18±41.49 eggs/kg, the soil at a distance of 1 m from the sandbox – 21.11 % and 150.0±20.94 eggs/kg, the soil at a distance of 3 m from the sandbox – 14.44 % and 80.77±9.02 eggs/kg (*Fig. 3*).

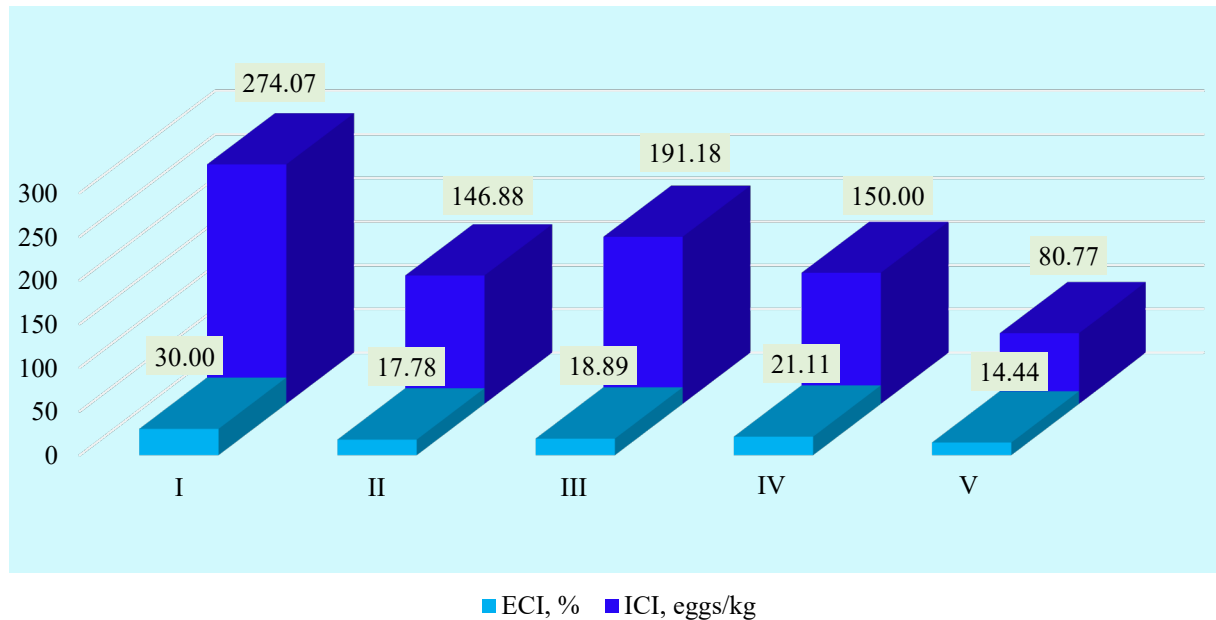


Fig. 3. Indicators of sample contamination with trichurises' eggs, taken from a depth of 5 cm: I – sand from the central part of the sandbox; II – sand from the edges of the sandbox, near its walls; III – soil outside the sandbox, near its walls; IV – soil at a distance of 1 m from the sandbox; V – soil at a distance of 3 m from the sandbox

The lowest indicators of the extensive and intensive contamination index were found when examining the samples taken from a depth of 10 cm, namely: sand from the central part of the sandbox – 20.00 % and 125.00±22.96 eggs/kg, sand from the edges of the sandbox, near its walls – 14.44 %

and 119.23±20.83 eggs/kg, soil outside the sandbox, near its walls – 11.11 % and 95.00±13.84 eggs/kg, soil at a distance of 1 m from the sandbox – 14.44 % and 88.46±10.05 eggs/kg, soil at a distance of 3 m from the sandbox 8.89 % and 62.50±8.18 eggs/kg (*Fig. 4*).

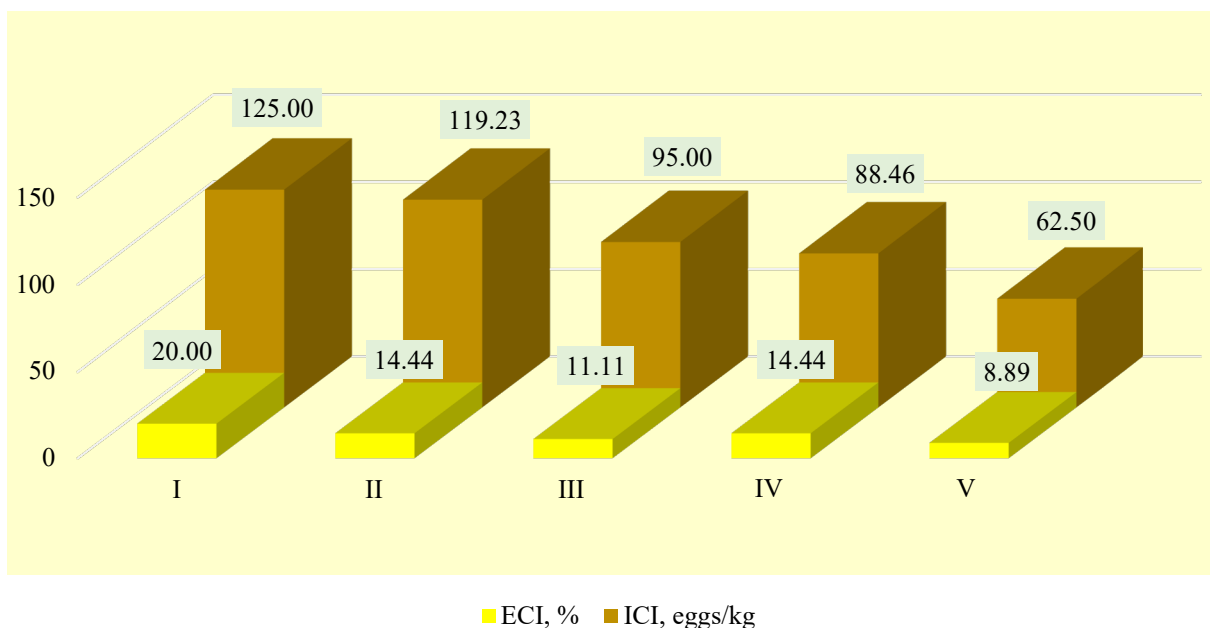


Fig. 4. Indicators of sample contamination with trichurises' eggs, taken from a depth of 10 cm: I – sand from the central part of the sandbox; II – sand from the edges of the sandbox, near its walls; III – soil outside the sandbox, near its walls; IV – soil at a distance of 1 m from the sandbox; V – soil at a distance of 3 m from the sandbox

Thus, the papers of many scientists from different countries of the world are the evidence of the relevance of establishing the level of contaminating environmental objects by the propagative stages of carnivores' gastrointestinal tract nematodes' development, especially in the conditions of cities [5–12]. Therefore, the purpose of our research was to determine sand and soil contamination indicators in the city of Poltava with nematode eggs of *Trichuris* genus. The conducted research revealed that 61 out of 90 sandboxes in the city of Poltava were contaminated with nematode eggs of *Trichuris* genus, where the extensive contamination index made 67.78 %, and the intensive contamination index was 195.79±18.41 eggs/kg. It was found that the most polluted sand was taken from the surface at the edges of the sandbox, near its walls, where the extensive and intensive contamination indices made 41.11 % and 320.27±35.43 eggs/kg, respectively. Also, high indicators of parasitic infestation were found while studying soil, taken from the surface at a distance of 1 m from the sandbox, where, on the average, the extensive contamination index made 46.67 % and the intensive contamination index was 263.90±28.87 eggs/kg. With an increase in the distance from the sandboxes and increase in the sampling depth, the indicators of contamination by trichurises' eggs gradually decreased and amounted to: on the surface – up to 36.67 % and 120.37±17.75 eggs/kg; at a depth of 5 cm – up to 14.44 % and 80.77±9.02 eggs/kg; at a depth of 10 cm – up to 8.89% and 62.50±8.18 eggs/kg.

Such high indicators of public places' contamination with trichurises' eggs are also confirmed by the papers of many scientists, where *Trichuris* spp. eggs were found in parks in Australia, Warsaw, Italy, and the level of contamination ranged from 1.3 to 70 % [16, 17, 19].

The obtained results of parasitological studies prove that the territory of sandboxes is a real factor in the transmission of invasive agents, which must be taken into account in assessing the risks of infecting dogs with trichurosis causative agent.

Conclusions

A high level of contaminating sandboxes and their adjacent territories in the city of Poltava with nematode eggs of *Trichuris* genus was established. Depending on the sampling places, the indicators of extensive contamination index ranged from 46.67 to 83.33 %, and intensive contamination index ranged from 163.70 to 218.91 eggs/kg. The contamination of sand and soil with trichurises' eggs depended on the depth and location of sampling. The sand taken from the surface at the edges of the sandbox, near its walls, turned out to be the most infested as well as the soil, taken from the surface at a distance of 1 m from the sandbox, where the extensive and intensive contamination indices were 41.11 and 46.67 % and 320.27 and 263.90 eggs/kg, respectively.

Conflict of interest

The author declare no conflict of interest.

Funding Information

There is no funding.

References

1. Di Cesare, A., Castagna, G., Meloni, S., Otranto, D., & Traversa, D. (2012). Mixed trichuroid infestation in a dog from Italy. *Parasites & Vectors*, 5 (1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-128>
2. Redman, W. K., Bryant, J. E., & Ahmad, G. (2016). Gastrointestinal helminths of Coyotes (*Canis latrans*) from Southeast Nebraska and Shenandoah area of Iowa. *Veterinary World*, 9 (9), 970–975. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.970-975>
3. Varodi, E. I., Malega, A. M., Kuzmin, Y. I., & Kornysushin, V. V. (2017). Helminths of wild predatory mammals of Ukraine. Nematodes. *Vestnik Zoologii*, 51 (3), 187–202. <https://doi.org/10.1515/vzoo-2017-0026>
4. Karamon, J., Dąbrowska, J., Kochanowski, M., Samorek-Pieróg, M., Sroka, J., Różycki, M., Bilska-Zajac, E., Zdybel, J., & Cencek, T. (2018). Prevalence of intestinal helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) in central Europe (Poland): a significant zoonotic threat. *Parasites & Vectors*, 11, 436. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3021-3>
5. Raza, A., Rand, J., Qamar, A. G., Jabbar, A., & Kopp, S. (2018). Gastrointestinal parasites in shelter dogs: occurrence, pathology, treatment and risk to shelter workers. *Animals*, 8, 108. <https://doi.org/10.3390/ani8070108>
6. Fahmy, M. A. M. (1954). An investigation on the life cycle of *Trichuris muris*. *Parasitology*, 44 (1-2), 50–57. <https://doi.org/10.1017/S003118200001876X>
7. Yevstafieva, V. A., Yuskiv, I. D., & Melnychuk, V. V. (2015). An investigation of embryo and eggshell development in *Trichuris suis* (Nematoda, Trichuridae) under Laboratory Conditions. *Vestnik Zoologii*, 50 (2), 173–178. <https://doi.org/10.1515/vzoo-2016-0020>
8. Stroehlein, A. J., Young, N. D., Korhonen, P. K., Chang, B. C. H., Nejsum, P., Pozio, E., La Rosa, G., Sternberg, P. W., & Gasser, R. B. (2017). Whipworm kinomes reflect a unique biology and adaptation to the host animal. *International Journal for Parasitology*, 47 (13), 857–866. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2017.04.005>
9. Maikai, B. V., Umoh, J. U., Ajanusi, O. J., & Ajogi, I. (2008). Public health implications of soil contaminated with helminth eggs in the metropolis of Kaduna, Nigeria. *Journal of Helminthology*, 82 (2), 113–118. <https://doi.org/10.1017/S0022149X07874220>
10. Bojar, H., & Kłapeć, T. (2012). Contamination of soil with eggs of geohelminths in recreational areas in the Lublin region of Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 19 (2), 267–270.
11. Simonato, G., Cassini, R., Morelli, S., Di Cesare, A., La Torre, F., Marcer, F., Traversa, D., Pietrobelli, M., & Frangipane di Regalbano, A. (2019). Contamination of Italian parks with canine helminth eggs and health risk perception of the public. *Preventive Veterinary Medicine*, 172, 104788. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104788>
12. Cociancic, P., Deferrari, G., Zonta, M. L., & Navone, G. T. (2020). Intestinal parasites in canine feces contaminating urban and recreational areas in Ushuaia (Argentina). *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, 21, 100424. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100424>
13. Morgan, E. R., Azam, D., & Pegler, K. (2013). Quantifying sources of environmental contamination with *Toxocara* spp. eggs. *Veterinary Parasitology*, 193 (4), 390–397. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.034>
14. Cassenote, A. J. F., Pinto Neto, J. M., Lima-Catelani, A. R. de A., & Ferreira, A. W. (2011). Contaminação do solo por ovos de geo-helminths com potencial zoonótico na municipalidade de Fernandópolis, Estado de São Paulo, entre 2007 e 2008. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 44 (3), 371–374. <https://doi.org/10.1590/s0037-86822011005000026>
15. Rubel, D., & Wisnivesky, C. (2010). Contaminación fecal canina en plazas y veredas de Buenos Aires, 1991-2006 [Dog fouling and helminth contamination in parks and sidewalks of Buenos Aires City, 1991-2006]. *Medicina*, 70 (4), 355–363.

16. Massetti, L., Wiethoelter, A., McDonagh, P., Rae, L., Marwedel, L., Beugnet, F., Colella, V., & Traub, R. J. (2022). Faecal prevalence, distribution and risk factors associated with canine soil-transmitted helminths contaminating urban parks across Australia. *International Journal for Parasitology*, 52(10), 637–646. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2022.08.001>
17. Tylkowska, A., Mocha, N., Kołnierzak, M. M., & Szenejko, M. (2024). Risk factors associated with soil-transmitted helminths in dog feces that contaminate public areas of Warsaw, Poland. *Animals*, 14 (3), 450. <https://doi.org/10.3390/ani14030450>
18. Ihnacik, L., Šmigová, J., Šoltys, J., Blišťan, P., Kovanič, L., Blišťanová, M., Schusterová, I., & Papajová, I. (2023). Risk factors associated with dog endoparasites infection spread in East Slovak Lowland. *Helminthologia*, 60 (2), 152–160. <https://doi.org/10.2478/helm-2023-0014>
19. Traversa, D., Frangipane di Regalbono, A., Di Cesare, A., La Torre, F., Drake, J., & Pietrobelli, M. (2014). Environmental contamination by canine geohelminths. *Parasites & Vectors*, 7 (1), 67. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-67>
20. Kotelnikov, G. A. (1984). *Helminthological studies of animals and environment*. Moskva: Kolos.
21. Melnychuk V. V., & Yuskiv I. D. (2019). Patent na korysnu model № 135972. Ukraina. Sposib vyivlennia yaiets nematod u probakh gruntu. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1371877/> [in Ukrainian]

ORCID

O. Dolhin 

<https://orcid.org/0000-0003-0368-317X>



© 2024 Dolhin O. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Журнал

«Scientific Progress & Innovations»

Том 27, № 3

2024

Підписано до друку з оригінал-макета 24.09.2024

Тираж 200 прим. Зам. № 3

Ум. друк. арк. 17,1. Формат 60x90/8

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.