

2023

SCIENTIFIC

Progress & Innovations



Vol. 26
Nº4



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 № 5 від 26 грудня 2023 року)

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

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

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

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

Адреса редакції:

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

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. 5 of December 26, 2023)

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

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

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

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

Editorial address:

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

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

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

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Голова Редакційної ради

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

Головний редактор

О. О. ГОРБ, к. с.-г. наук, (Україна)

Заступники голови Редакційної ради

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

Т. О. ЧАЙКА, к. екон. наук (Україна)

Заступник головного редактора

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

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

Редакційна колегія з галузі СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО:

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

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

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

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

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

Н. М. ОПАРА, к. с.-г. наук, (Україна)

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

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

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

М. РАЙФУР, док. габ. (Польща)

Т. П. РОМАШКО, к. хім. наук (Україна)

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

А. М. ШОСТЯ, д. с.-г. наук, (Україна)

Редакційна колегія з галузі ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА:

А. А. АНТИПОВ, к. вет. наук (Україна)

В. П. БЕРДНИК, д. вет. н. (Україна)

О. О. БОЙКО, к. біол. наук (Україна)

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

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

Б. П. КИРИЧКО, д. вет. н. (Україна)

Л. М. КОРЧАН, к. вет. наук (Україна)

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

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

С. М. КУЛИНИЧ, д. вет. н. (Україна)

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

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

О. Б. ПРИЙМА, к. вет. наук (Україна)

Редакційна колегія з галузі ТЕХНІЧНІ НАУКИ:

О. В. ГОРИК, д. тех. наук (Україна)

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

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

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

В. М. САКАЛО, к. тех. наук (Україна)

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

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

Члени Ради почесних членів:

А. БРЗОЗОВСКА, д. екон. наук (Польща)

З. ДАЦКО-ПІКІЄВІЧ, док. габ. (Польща)

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

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

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

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

Автор несе відповідальність за фактичний виклад матеріалу.

SCIENTIFIC JOURNAL

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

EDITORIAL BOARD

Chief of Editorial Council

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

Editor-in-chief

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

Deputy Head of Editorial Council

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

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

Deputy Chief Editor

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

MEMBERS OF THE EDITORIAL COUNCIL

Editorial board in the field of AGRICULTURE:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

M. RAJFUR, Dr. hab. (Poland)

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

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

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

Editorial Board in the field of VETERINARY MEDICINE:

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

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

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

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

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

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

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

O. V. 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

26 (4)

CONTENTS

<i>Сільське господарство. Рослинництво</i>		<i>Agriculture. Plant growing</i>
Гангур В. В., Ленъ О. І., Єремко Л. С., Мостовий Є. Г. Вплив елементів технології вирощування чини посівної (<i>Lathyrus sativus</i> L.) на урожайність зерна в умовах Лівобережного Лісостепу України	5	Hanhur V., Len O., Yeremko L., Mostovyi Ye. The effect of growing technology elements of chickling vetch (<i>Lathyrus sativus</i> L.) on seed yield in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine
Писаренко В. М., Піщаленко М. А., Чайка Т. О., Логвиненко В. В., Крупська Н. Ю., Королев'ят Я. І., Кіреєв Ю. О. Вплив біостимуляторів на рослини цукіні за умови передпосівної обробки насіння	9	Pysarenko, V., Pischalenko M., Chaika T., Lohvynenko V., Krupska N., Koroleviat Y., Kirieiev Y. The impact of bio-stimulators on zucchini plants under pre-sowing seed treatment
Маренич М. М., Коба К. В. Урожайність материнських ліній гібридів кукурудзи залежно від способів кастрації та збирання	14	Marenych M., Koba K. Yield of maize hybrid maternal lines depending on castration and harvesting methods
Гангур В. В., Маренич М. М., Єремко Л. С., Шостя А. М., Пузир Д. О., Кирлиця А. О. Вплив способів основного обробітку ґрунту на урожайність гібридів кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу	19	Hanhur V., Marenych M., Yeremko L., Shostia A., Puzyr D., Kyrlytsia A. The influence of the methods of main tillage on the yield of maize hybrids in the conditions of the Left Bank Forest Steppe
Кобилінський І. В., Антонець О. А. Вплив способів передпосівної підготовки насіння сої на врожайність	24	Kobylynskiy I., Antonets O. The impact of pre-sowing soybean seed preparation on yield capacity
Куценко О. М., Ляшенко В. В., Кеда Л. Ю. Ріст, розвиток та формування продуктивності рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння	29	Kutsenko O., Liashenko V., Keda L. Growth, development, and formation of corn hybrids' plants of different ripening groups depending on plant stand density
Семенко М. В., Поспєлов С. В. Переваги розсадного способу вирощування в лікарському рослинництві	36	Semenko M., Pospielov S. Advantages of the seedling method of cultivation in medicinal plant production
Гангур В. В., Ленъ О. І., Оніпко В. В., Гангур М. В., Миколенко Х. В. Вплив способів основного обробітку ґрунту на забур'яненість посівів та урожайність ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу	41	Hanhur V., Len O., Onipko V., Hanhur M., Mykolenko Kh. Influence of methods of main tillage on crop pollution and yield of spring barley in the conditions of the Left-Bank Forest Steppe
Холод С. М., Четверик О. О., Ляшенко В. В., Хоменко М. Р. Оцінка біологічних властивостей, продуктивності та врожайності сочевиці	47	Kholod S., Chetveryk O., Liashenko V., Khomenko M. The estimation of lentil biological properties, productivity and yield capacity
Чайка Т. О., Логвиненко В. В., Пшенишний А. А. Вплив систем обробітку ґрунту на врожайність сої	54	Chaika T., Lohvynenko V., Pshenyshnyi A. The impact of soil tillage systems on soybean yield capacity
Туренко В. П. Захист яблуневих насаджень від основних шкідників	60	Turenko V. Protection of apple plantations from main pests
Чухрай Р. В. Хімічний захист ячменю ярого від комплексу шкідників в умовах Правобережного Лісостепу України	66	Chukhrai R. Chemical protection of spring barley against dominant pests in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine
Тирусь М. Л. Формування врожайності зерна амаранту залежно від строків сівби в умовах Західного Лісостепу України	71	Tyrus M. Influence of sowing time on grain yield of amaranth of the Western Forest-Steppe of Ukraine
Сиплива Н. О., Кулик М. І., Рожко І. І., Гайдай А. О. Сучасний стан сортових ресурсів овочевих культур в Україні	77	Syplyva N. O., Kulyk M. I., Rozhko I. I., Haidai A. O. Current state of varietal resources of vegetable crops in Ukraine
Екологія	85	Ecology
Тараненко А. О., Липівська В. О., Матухно Г. І. Аналіз техногенного навантаження на атмосферне повітря м. Полтави	85	Taranenko A., Lypivska V., Matykhno G. Analysis of the technological air pollution of Poltava city
Сільське господарство. Тваринництво	91	Agriculture. Animal breeding
Войтенко С. Л., Сидоренко О. В., Шаферівський Б. С., Петренко М. О. Відтворювальна здатність корів, зумовлена генотиповими чинниками	91	Voitenko S., Sydorenko O., Shaferivskiy B., Petrenko M. Reproductive capacity of cows caused by genotypic factors
Ветеринарна медицина	99	Veterinary medicine
Коваленко С. О. Рівень контамінації об'єктів довкілля за хоріоптозу великої рогатої худоби	99	Kovalenko S. Level of contamination of environmental facilities due to choriopotosis of cattle
Зарицький С. М. Діагностика кардіоміопатії у свійських собак	104	Zarytskyi S. Diagnosis of cardiomyopathy in domestic dogs
Прудіус Т. Я. Вплив кормової добавки «Ензактив Мікс» на гематологічний та біохімічний профілі поросят раннього віку	110	Prudius T. Effect of feed additive "EnzActive Mix" on hematological and biochemical profiles of young piglets
Петренко М. О., Харченко В. О. Ефективність лікарських засобів за трихурозної інвазії овець	115	Petrenko M., Kharchenko V. Effectiveness of medicines for trichuric invasions in sheep
Погорєлова Г. М., Михайлютенко С. М. Інформативність рентгенологічних досліджень за токсокарозної інвазії собак	121	Pohorelova H., Mykhailiutenko S. Informativeness of X-ray examinations for toxocarasiac invasion in dogs
Боровков С. Б., Тимошенко О.П., Боровкова В. М. Стан компонентів сполучної тканини у коней за ожиріння	126	Borovkov S., Timoshenko O., Borovkova V. State of connective tissue components in obese horses
Долгін О. С. Вікова та породна сприйнятливості собак за трихурозу	131	Dolhin O. Age and breed susceptibility of dogs to trichurosis
Михайлютенко С. М., Євстаф'єва В. О., Мельничук В.В., Кузьменко Л. М. Оцінка вмісту нітратів у картоплі	137	Mykhailiutenko S., Yevstafieva V., Melnychuk V., Kuzmenko L. Estimating the nitrate content of potatoes

The effect of growing technology elements of chickling vetch (*Lathyrus sativus* L.) on seed yield in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine

V. Hanhur¹ | O. Len² | L. Yermko¹ | Ye. Mostovyi¹

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodimirgungur@gmail.com

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

² 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

Citation: Hanhur, V., Len, O., Yermko, L., & Mostovyi, Ye. (2023). The effect of growing technology elements of chickling vetch (*Lathyrus sativus* L.) on seed yield in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 5–8. doi: 10.31210/spi2023.26.04.01

Nowadays, legumes play a key role in solving the problem of plant protein deficiency and improving of soil energy potential by introducing ecological and biological farming measures. Among the annual legumes, one of the most promising and valuable crops, both from an economic and agronomic point of view, is chickling vetch (*Lathyrus sativus* L.). The grain of this crop has not only a high protein content (18–34 %), but also the most important amino acids - tryptophan, lysine, arginine, histidine – and is not worse by these parameters than peas, lentils and beans. Studies conducted in the conditions of the State Research Farm "Stepne" on typical low-humous heavy loamy chernozem during 2021–2023, was found that the use of mineral fertilizers in growing technology increased the chickling vetch grain yield by 0.17–0.43 t/ha or 7.6–19.2 %, the use of pre-sowing seed treatment with a microbiological preparation increased the chickling vetch grain yield by 0.21–0.46 t/ha or 9.0–19.7 %, compared to the control. According to results of the research, the highest chickling vetch grain yield was obtained in the variant of combination of mineral fertilizers application at a doses N₄₅P₄₅K₄₅ kg/ha of active substance and pre-sowing seeds bacterization with the microbiological preparation Rhizogumin (2.80 t/ha). In the case of reducing the doses of mineral fertilizers to N₃₀P₃₀K₃₀ and N₁₅P₁₅K₁₅, a decrease in grain productivity was observed by 0.06–0.16 and 0.25–0.26 t/ha respectively relative to the best variant. Studies have found that the pre-sowing seeds bacterization with microbiological preparation Rhizogumin increased chickling vetch grain productivity in the variant "no fertilizer" by 0.10 t/ha or 4.5 %, and in the variants with application of mineral fertilizers – by 0.13–0.17 t/ha or 4.9–6.7 % compared to the control. Statistical analysis of the experimental results showed that the proportion of mineral fertilizers and pre-sowing seed bacterization with the microbiological preparation Rhizogumin in the formation of chickling vetch grain yields, was 79.8 % and 17.2 %, respectively, on average over the years of research.

Keywords: chickling vetch (*Lathyrus sativus* L.), mineral fertilizers, dose of fertilizers, seed bacterization, yield.

Вплив елементів технології вирощування чини посівної (*Lathyrus sativus* L.) на урожайність зерна в умовах Лівобережного Лісостепу України

В. В. Гангур¹ | О. І. Лен² | Л. С. Єремко¹ | Є. Г. Мостовий¹

¹ Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна

² Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН України,
м. Полтава, Україна

Серед однорічних зернобобових однією з перспективних та цінних культур як з господарського, так і агротехнічного погляду є чина посівна (*Lathyrus sativus* L.). Зерно культури характеризується не лише високим вмістом білка (18–34 %), але й найважливіших амінокислот – триптофану, лізину, аргініну, гістидину та за цим показником не поступається гороху, сочевиці та квасолі. Під час досліджень, проведених в умовах державного підприємства «Дослідне господарство «Степне» на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому впродовж 2021–2023 рр., виявлено, що застосування мінеральних добрив у технології вирощування чини сприяло збільшенню урожайності зерна культури на 0,17–0,43 т/га або 7,6–19,2 %, а на фоні допосівного оброблення насіння мікробіологічним препаратом – на 0,21–0,46 т/га або 9,0–19,7 % порівняно із контролем. За результатами досліджень встановлено, що найвищу урожайність зерна чини одержано за умови поєднання мінеральних добрив у дозі N₄₅P₄₅K₄₅ кг/га д.р. та передпосівної бактеризації насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін (2,80 т/га). У разі зменшення дози мінеральних добрив до N₃₀P₃₀K₃₀ і N₁₅P₁₅K₁₅ відзначено зниження зернової продуктивності чини відносно кращого варіанту, відповідно на 0,06–0,16 і 0,25–0,26 т/га. Результати досліджень свідчать, що допосівна бактеризація насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін сприяла збільшенню зернової продуктивності чини на варіанті без добрив 0,10 т/га або 4,5 %, а на фоні внесення різних доз мінеральних добрив – на 0,13–0,17 т/га або 4,9–6,7 %. Згідно з результатами статистичної обробки експериментальних даних встановлено, що частка участі мінеральних добрив і допосівної бактеризації насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін у формуванні додаткової врожайності зерна чини в середньому за роками досліджень становить, відповідно 79,8 і 17,2 %.

Ключові слова: чина посівна (*Lathyrus sativus* L.), мінеральні добрива, доза добрив, бактеризація насіння, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Лен О. І., Єремко Л. С., Мостовий Є. Г. Вплив елементів технології вирощування чини посівної (*Lathyrus sativus* L.) на урожайність зерна в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 5–8.

Вступ

В умовах сьогодення вирішальна роль у розв'язанні питання подолання дефіциту рослинного білка та покращення родючості ґрунту за умови впровадження елементів екологізації і біологізації землеробства належить зернобобовим культурам [17, 18].

Однорічні зернобобові культури вважають найбільш доступним, економічно дешевим, екологічно чистим джерелом рослинного білка, для якого характерна висока якість, збалансованість за амінокислотним складом [2, 4, 6].

Середньосвітові статистичні дані свідчать, що на сьогодні людство отримує понад 20 % від загальної потреби протеїну завдяки зернобобовим культурам, а у країнах Південної Азії та Африки вони є основним продуктом харчування у повсякденному раціоні [8, 16]. Слід відзначити, що зерно сої та арахісу, окрім протеїну, має високий вміст олії, яку широко використовують у харчовій промисловості, а також у кормовиробництві та для технічних цілей [11]. Зернобобові культури мають важливе і агротехнічне значення. Через надходження біомаси рослин, органічних форм азоту і вуглецю, вони сприяють істотному підвищенню родючості ґрунту. Наукові дослідження свідчать, що майже всі зернобобові культури забезпечують біологічним азотом не лише власні потреби, але й залишають його у ґрунті для наступних культур у сівозміні [15]. У результаті досліджень встановлено, що горох залишає після себе у ґрунті таку кількість азоту, яка рівноцінна внесенню від 0,23 до 0,48 т/га аміачної селітри [7]. Науковці вважають, що завдяки здатності поліпшувати родючість ґрунтів, всі зернобобові культури є найбільш бажаними попередниками для багатьох польових культур у сівозмінах, зокрема зернових колосових, технічних, кормових [1, 3].

У родині зернобобових однією з перспективних та цінних культур є чина посівна (*Lathyrus sativus* L.). В зерні культури міститься 18–34 % білка, 0,9 % жиру, 5,4 % клітковини, 48,3 % екстрактивних безазотистих речовин, 2,8 % золи, 16 % води. За вмістом найважливіших амінокислот – триптофану, лізину, аргініну, гістидину та інших – чина не поступається гороху, сочевиці та квасолі, хоча деякі амінокислоти відсутні у її складі [13].

До основних біологічних властивостей цієї культури належить її холодостійкість, жаро- та посухостійкість, стійкість до засолення та нетривалого затоплення. У посушливі роки чина за рівнем продуктивності переважає багато видів зернобобових культур, поступаючись за цим показником лише нуту [23].

Чина на рівні з іншими зернобобовими культурами має унікальну здатність вступати в симбіотичні взаємозв'язки з бульбочковими бактеріями і у процесі симбіотичної фіксації засвоювати за рік до 124 кг/га молекулярного азоту. Після збирання врожаю з поживними залишками надходить у ґрунт ще до 60 кг/га азоту [22]. Ці біологічні особливості надають перевагу в її вирощуванні в умовах, непридатних для інших

культур, зокрема в районах з бідними ґрунтами та дефіцитом доступної вологи [23].

Ефективним заходом покращення умов для росту і розвитку рослин чини є достатня забезпеченість необхідною кількістю елементів мінерального живлення з урахуванням вмісту їх у ґрунті [12]. Відомо, що мінеральний азот має негативний вплив на бобово-ризобіальний симбіоз. Однак на початкових стадіях розвитку рослини бобових культур потребують стартової дози азотних добрив [21].

Дослідження свідчать, що поліпшення забезпеченості рослин фосфором має позитивний вплив на формування елементів індивідуальної продуктивності рослин. У разі внесення P_{50} на рослинах чини формувалося 13,8 шт. бобів. Водночас на фоні використання P_{40} і P_{30} спостерігаємо тенденцію до зменшення значення цього показника, відповідно на 0,4 і 2,5 % [20].

Важливим елементом для підтримання процесів життєдіяльності рослин чини є калій. Під час досліджень виявлено, що найбільшу кількість бобів і зерен у них (відповідно 32,2 шт. і 4,7 шт.) рослини чини формували за умови внесення K_{20} . У разі зменшення дози внесеного калію до 10 кг д. р. на 1 га на рослинах формувалося 28,2 шт. бобів з кількістю зерен у них 4,2 шт. [19].

Отже, проведений аналіз літературних джерел свідчить про високу господарську та біологічну цінність чини, а також про доцільність поглибленого вивчення впливу мінеральних добрив на урожайність культури.

Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних доз мінеральних добрив та інокулювання насіння на урожайність зерна чини.

Завдання дослідження: дослідити вплив різних рівнів мінерального живлення на продуктивність чини; вивчити вплив передпосівної бактеризації насіння на урожайність чини.

Матеріали і методи

Дослідження проводили в умовах державного підприємства «Дослідне господарство «Степне» впродовж 2021–2023 рр. Ґрунт земельної ділянки, де проводили досліди, відноситься до чорноземів типових малогумусних. За механічним складом чорнозем типовий малогумусний – важкий суглинок. В орному шарі ємкість поглинання досить висока – 33,0–35,0 мг-екв. на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину слабокисла, рН сольової витяжки 6,3. Гідролітична кислотність дорівнює 1,6–1,9 мг-екв. на 100 г ґрунту. Згідно з даними аналізів, ґрунти дослідної ділянки добре забезпечені елементами живлення рослин. В орному шарі міститься 5,44–8,10 мг азоту, що гідролізується (за Тюріним і Коновою), 10–15 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16–20 мг на 100 г ґрунту калію (за Масловою). Повна схема досліду наведена в таблиці 1.

Повторність досліду триразова. Розміщення варіантів і повторень – рендомізоване. Посівна площа ділянки становить 100 м², а облікова – 80 м². У досліді висівали сорт чини посівної – Сподіванка. Попередником чини у досліді була кукурудза на зерно. Для передпосівної обробки насіння використовували мікробіологічний препарат комплексної дії Ризогумін з розрахунку 300 г на гектарну норму насіння. Облік урожайності проводили з кожної ділянки методом сушільного обмолоту комбайном SAMPO-500. Економічну оцінку ефективності елементів технології вирощування проводили розрахунковим методом за технологічними картами та методичними рекомендаціями В. О. Ушкаренка зі співавторами [10]. Математичний аналіз результатів польових та лабораторних дослідів виконували за допомогою дисперсійного методу [5].

Результати та їх обговорення

Згідно з експериментальними даними, які одержано впродовж 2021–2023 рр., виявлено зміну врожайності зерна чини посівної залежно від різних доз мінеральних добрив та передпосівного інокулювання насіння комплексним мікробіологічним препаратом Ризогумін (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив елементів технології вирощування на урожайність чини, у середньому за 2021–2023 рр., т/га

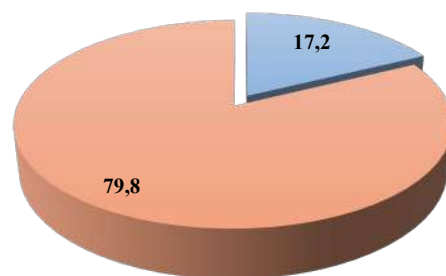
Варіанти удобрення (фактор А)	Урожайність, т/га	
	обробка насіння водою (фактор В)	обробка насіння мікробіопрепаратом
без добрив (контроль)	2,24	2,34
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	2,41	2,55
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅	2,51	2,65
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,54	2,71
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	2,61	2,77
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅	2,67	2,80
HIP _{0,95} фактор А		0,07
HIP _{0,95} фактор В		0,04
HIP _{0,95} взаємодія факторів АВ		0,09

Результати досліджень свідчать, що в середньому за 2021–2023 рр., найвищу урожайність чина формувала за умови внесення максимальної дози мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₄₅ кг/га д.р. на фоні передпосівної бактеризації насіння мікробіологічним препаратом. Слід зазначити, що за умови внесення сумарної дози азоту 45 кг/га одноразово і роздільно (30 кг/га в основне удобрення + 15 кг/га у підживлення) відхилення між варіантами було неістотним і становило 0,03–0,06 т/га. За експериментальними даними виявлено, що у разі зменшення дози мінеральних добрив до N₃₀P₃₀K₃₀ і N₁₅P₁₅K₁₅ спостерігали зниження зернової продуктивності чини відносно варіанту, де їх норма була максимальною (N₄₅P₄₅K₄₅), відповідно на 0,06–0,16 і 0,25–0,26 т/га. За результатами дослідів відзначено, що загалом використання різних доз мінеральних добрив у технології вирощування чини забезпечило істотне збільшення урожайності зерна культури порівняно із варіантом без добрив. Приріст

урожайності зерна від застосування мінеральних добрив на фоні без інокулювання насіння становив 0,17–0,43 т/га, а у разі його обробки мікробіологічним препаратом Ризогумін – 0,21–0,46 т/га.

Результати польового дослідів свідчать про порівняно високий ефект від допосівної бактеризації насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін. Проведення цього агротехнічного заходу сприяло збільшенню урожайності зерна чини на 0,10–0,17 т/га. Варто зазначити, що вищий рівень приросту урожайності від інокуляції насіння одержано за умови одноразового внесення всієї дози мінеральних добрив.

На підставі результатів статистичної обробки експериментальних даних методом дисперсійного аналізу встановлено, що частка участі мінеральних добрив і допосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін у формуванні додаткової врожайності зерна чини в середньому за роками досліджень становить, відповідно 79,8 і 17,2 % (рис. 1).



■ Інокулювання насіння ■ Мінеральні добрива

Рис. 1. Частка участі інокулювання насіння та мінеральних добрив у формуванні врожаю чини, %, середнє за 2021–2023 рр.

Отже, середні за три роки (2021–2023) результати досліджень свідчать про високу господарську ефективність агротехнічних заходів, що вивчали, зокрема мінеральних добрив та бактеризації насіння в технології вирощування чини. Застосування мінеральних добрив сприяло збільшенню урожайності зерна на 7,6–19,2 %, а на фоні допосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом – на 9,0–19,7 %. Найкращі умови для реалізації продуктивного потенціалу чини відзначено за умови внесення максимальної дози мінеральних добрив, а зменшення їхньої кількості зумовлювало зниження урожайності культури. К. Devi Nandini зі співавторами [20] також відзначають зниження урожайності зерна чини на 18,6 %, у разі зменшення дози фосфору із 50 до 20 кг/га д.р. В інших дослідженнях максимальний урожай чини (2,59 т/га) був одержаний у варіанті із внесенням калійних добрив дозою діючої речовини K₂₀. Зменшення дози калію призводило до зниження врожайності зерна на 0,29 т/га [14].

У досліді також спостерігали збільшення урожайності чини на 4,5–6,7 % за умови допосівної бактеризації насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін. Схожий ефект від інокуляції насіння спостерігався і в досліді Д. П. Сокирка [9], де приріст урожайності зерна культури становив 4,9–7,2 %.

Висновки

На підставі одержаного експериментального матеріалу можна констатувати, що збалансована система удобрення рослин, за якої забезпечується доступність елементів мінерального живлення у найбільш критичні для рослини фази росту і розвитку сприяє формуванню максимального рівня продуктивності чини (2,80 т/га). Інокулювання насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін на фоні мінеральних добрив сприяє збільшенню урожайності культури на 5,8–6,7% порівняно із контролем.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні впливу різних норм та способів сівби на урожайність чини посівної.

Конфлікт інтересів

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

References

- Hanhur, V. V. (2017). Urozhainist i yakist zerna horokhu zalezno vid poperednykh ta nasychenosti riznorotatsiinykh sivozmin v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 1, 1, 129–133. [in Ukrainian]
- Hanhur, V. V., Yeremko, L. S., & Sokyрко, D. P. (2017). Formuvannya produktyvnosti nutu zalezno vid tekhnolohichnykh faktoriv v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 1 (2), 285–292. [in Ukrainian]
- Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, Yu. M. (2017). Produktyvnist korotkorotatsiinykh sivozmin za maksimalnoi chastky v nykh soi ta kukurudzhy pry vyroshchuvanni v umovakh nedostatnoho zvozhennia livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 1 (2), 313–319. [in Ukrainian]
- Hanhur, V. V., Yeremko, L. S., & Saienko, V. O. (2021). Dynamika formuvannya lystkovoї poverkhnii chyny posivnoi ta produktyvnist yii fotosyntetichnoi diialnosti zalezno vid rivnia mineralnoho zhyvlennia. *Ahrarni Innovatsii*, 8, 23–28. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.3> [in Ukrainian]
- Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahrononii: Pidruchnyk*. Vinnytsia: PP «TD «Edelveis i K»» [in Ukrainian]
- Kaminsky, V. F., Sokyрко, D. P., & Gangur, V. V. (2021). The impact of cultivation techniques on pea productivity formation under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 117, 73–79. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.10>
- Kravchenko, V. S., Kononenko, L. M., Vyshnevska, L. V., Chynchyk, O. S., & Oliforovych, V. O. (2019). Biolohizatsiia vyroshchuvannya zernobobovykh kultur v Ukraini, analiz ta perspektyva. *Ahrarni Visnyk Prychornomia*, 92, 83–91. [in Ukrainian]
- Sichkar, V. I. (2015). Stan i perspektyvy rozvytku vyrobnytstva zernobobovykh kultur u sviti ta Ukraini. *Zbirnyk Naukovykh Prats Selektiino-Henetychnoho Instytutu – Natsionalnoho Tsentru Nasimmeznavstva ta Sortovyvchennia*, 26, 9–20. [in Ukrainian]
- Sokyрко, D. P. (2020). Efektyvnist mineralnykh dobryv u tekhnolohii vyroshchuvannya zernobobovykh kultur. *Zbirnyk Naukovykh Prats Nnts «Instytut Zemlerobstva NAAN»*, 1-2, 42–52. [in Ukrainian]
- Ushkarenko, V. O., Lazer, P. N., & Shepel, A. V. (1998). Ekonomichna ta bioenerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia soniashnyka riznykh hrup styhlosti v osnovnykh posivakh pry zroshenni. *Tavriyskiy Naukoviy Visnyk*, 8, 10–15. [in Ukrainian]
- Shevnikov, M. Ya., & Milenko, O. H. (2016). Vplyv ahroekolohichnykh faktoriv na vmist proteinu ta olii v nasinni soi. *Visnyk Tsentru Naukovoho Zabezpechennia APV Kharkivskoi Oblasti*, 20, 84–90. [in Ukrainian]
- Ali, A., Alfarhan, A., Aldjain, I., Bokhari, N., Al-Taisan, W., Al-Rasheid, K., & Al-Quraishi, S. (2008). Photosynthetic responses of pea plants (*Pisum sativum* L. cv. Little marvel) exposed to climate change in Riyadh city, KSA. *African Journal of Biotechnology*, 7 (15), 2630–2636.
- Almeida, N. F., Rubiales, D., & Vaz Patto, M. C. (2015). Grass Pea. *Handbook of Plant Breeding*, 251–265. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2797-5_8
- Ashraf, M. I., Pervez, M. A., Amjad, M., Ahmed, R. & Ayub, M. (2011). Qualitative and quantitative response of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars to judicious applications of irrigation with phosphorus and potassium. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 9 (2), 159–164.
- Deakin, W. J., & Broughton, W. J. (2009). Symbiotic use of pathogenic strategies: rhizobial protein secretion systems. *Nature Reviews Microbiology*, 7 (4), 312–320. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2091>
- Khandare, A. L., Babu, J. J., Ankulu, M., Aparna, N., Shirfule, A., & Rao, G. S. (2014). Grass pea consumption & present scenario of neurolathyrism in Maharashtra state of India. *Indian Journal of Medical Research*, 140, 96–101.
- Kouris-Blazos, A., & Belski, R. (2016). Health benefits of legumes and pulses with a focus on Australian sweet lupins. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 25 (1), 1–17. <https://doi.org/10.6133/apjcn.2016.25.1.23>
- Mlyneková, Z., Chrenková, M., & Formelová, Z. (2016). Cereals and Legumes in Nutrition of People with Celiac Disease. *International Journal of Celiac Disease*, 2 (3), 105–109. <https://doi.org/10.12691/ijcd-2-3-3>
- Mohammadjanloo, M. A., Gholipouri, A., Tobeh, A. & Mostafeai, H. (2009). Study of effects of different levels of nitrogen and potassium on yield and yield components of rain-fed lentil. *Plant Ecophysiology*, 2, 91–94.
- Nandini, D. K., Rashmi, H., Athokpam, H. S., Chongtham, M., & Dorendro, S. A. (2018). Response of lathyrus (*Lathyrus sativus* L.) on different levels of phosphorus and row spacing on growth and yield under manipur condition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7 (5), 1950–1957. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.705.229>
- Saturno, D. F., Cerezini, P., Moreira da Silva, P., Oliveira, A. B. de, Oliveira, M. C. N. de, Hungria, M., & Nogueira, M. A. (2017). Mineral nitrogen impairs the biological nitrogen fixation in soybean of determinate and indeterminate growth types. *Journal of Plant Nutrition*, 40 (12), 1690–1701. <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1310890>
- Schulz, S., Keatinge, J. D. H., & Wells, G. J. (1999). Productivity and residual effects of legumes in rice-based cropping systems in a warm-temperate environment. *Field Crops Research*, 61 (1), 37–49. [https://doi.org/10.1016/s0378-4290\(98\)00147-6](https://doi.org/10.1016/s0378-4290(98)00147-6)
- Silvestre, S., de Sousa Araújo, S., Vaz Patto, M. C., & Marques da Silva, J. (2014). Performance index: an expeditious tool to screen for improved drought resistance in the Lathyrus genus. *Journal of Integrative Plant Biology*, 56 (7), 610–621. <https://doi.org/10.1111/jipb.12186>

ORCID

- V. Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>
O. Len  <https://orcid.org/0000-0003-1498-8315>
L. Yeremko  <https://orcid.org/0000-0001-5641-7436>



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

The impact of bio-stimulators on zucchini plants under pre-sowing seed treatment

V. Pysarenko¹ | M. Pischalenko¹✉ | T. Chaika² | V. Lohvynenko¹ | N. Krupska¹ | Y. Koroleviat¹ | Y. Kirieiev¹

Article info

Correspondence Author

M. Pischalenko

E-mail:

marina_pischalenko@ukr.net

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

²Academy of Sciences of Technological Cybernetics of Ukraine,
Poltava Department, 3,
Kovalia str., 36014, Ukraine

Citation: Pysarenko, V., Pischalenko, M., Chaika, T., Lohvynenko, V., Krupska, N., Koroleviat, Y., & Kirieiev, Y. (2023). The impact of bio-stimulators on zucchini plants under pre-sowing seed treatment. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 9–13. doi: 10.31210/spi2023.26.04.02

Nowadays, there are a considerable number of technological innovations in the field of agriculture, aimed at increasing stress-resistance, yield capacity, and the quality of grown products by decreasing the application of chemical means. The use of bio-stimulators, such as plant extracts or micro-organisms is a promising direction, which improves plant growth and effective use of the available soil resources, reclaims its fertility, decreases industry-related load, etc. The purpose of the article is to study the application of bio-stimulators for pre-sowing seed treatment and their impact on zucchini plants. Pre-sowing zucchini seeds treatment with bio-stimulator is an important reserve for raising the yield and improving the product quality, as well as the plants' growth and health by stimulating natural processes. Taking into account that zucchini has a high yield potential per unit of area during a short vegetation period, it is expedient to improve the farming method of its cultivation. For example, it is advisable to use silica combinations, *Trichoderma* or rhizo-bacteria, and plant extracts, which stimulate the plants' growth. The application of *P. putida* S1Pfl and *Pseudomonas* spp. 5Vm1K bacteria strains results in increasing the duration of blooming, the number of flowers and fruits. It has been determined that zucchini seeds treatment with Stimulate® and chitosan assists in seed germination and, at the combination of *Eucalyptus camaldulensis* leaf extract + K₂SiO₃ + *Trichoderma viride*, it is possible to get the highest yield of fruits. It has been found that as a result of zucchini seed treatment with Emistim C and Vermisol bio-stimulators the germinating energy and field germination increases, the yield grows and product quality improves, abiotic stress and phyto-toxic effect of pesticides decreases, the amount of residual pesticides diminishes, etc. Thus, bio-stimulators play a vital role in the nutrient cycle, the control of abiotic stress, and other important processes in zucchini plants, which enables to consider them promising agricultural practices.

Keywords: Cucurbitaceae, nutrients, stimulation, nutrition, yield, quality.

Вплив біостимуляторів на рослини цукіні за умови передпосівної обробки насіння

V. M. Писаренко¹ | M. A. Піщаленко¹ | Т. О. Чайка² | В. В. Логвиненко¹ | Н. Ю. Крупська¹ | Я. І. Королев'ят¹ | Ю. О. Кіреєв¹

¹Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна

²Полтавське відділення Академії наук технологічної кібернетики України,
м. Полтава, Україна

Сьогодні існує значна кількість технологічних інновацій у галузі сільського господарства, спрямованих на підвищення стресостійкості, врожайності і якості вирощеної продукції шляхом зменшення використання хімічних засобів. Використання біостимуляторів, таких як рослинні екстракти або мікроорганізми, є перспективним напрямом, який покращує зростання рослин, а також ефективне використання наявних ресурсів ґрунту, що відновлює його родючість, зменшує антропогенне навантаження тощо. Метою статті є дослідження застосування біостимуляторів для передпосівної обробки насіння та їх вплив на рослини цукіні. Передпосівна обробка насіння цукіні біостимулятором є важливим резервом підвищення врожайності та поліпшення якості продукції, покращення росту та здоров'я рослин, стимулюючи природні процеси. Зважаючи, що цукіні має високий потенціал урожайності на одиницю площі за короткий період вегетації, доцільно поліпшити агротехнологію його вирощування. Наприклад, доцільне застосування кремнеземних сполук, *Trichoderma* або ризобактерій, що стимулюють ріст рослин, і рослинних екстрактів. Використання штамів бактерій *P. putida* S1Pfl і *Pseudomonas* spp. 5Vm1K призводить до збільшення тривалості цвітіння, кількості квіток і плодів. Визначено, що обробка насіння цукіні біостимулятором Stimulate® і хітозаном сприяє проростанню насіння, а за умови поєднання *Eucalyptus camaldulensis* leaf extract + K₂SiO₃ + *Trichoderma viride* – можна отримати найвищий урожай плодів. Визначено, що у разі обробки насіння цукіні біостимуляторами Емістим С і Вермісол підвищується енергія проростання та польова схожість, збільшується врожайність і поліпшується якість продукції, зменшується абіотичний стрес і фітотоксичний вплив пестицидів, знижується кількість залишкових пестицидів тощо. Отже, біостимулятори відіграють життєво важливу роль у кругообігу поживних речовин, контролі абіотичного стресу та інших важливих процесах рослин цукіні, що дозволяє віднести їх до перспективних агротехнічних прийомів.

Ключові слова: гарбузові, поживні речовини, стимулювання, живлення, врожайність, якість.

Бібліографічний опис для цитування: Писаренко В. М., Піщаленко М. А., Чайка Т. О., Логвиненко В. В., Крупська Н. Ю., Королев'ят Я. І., Кіреєв Ю. О. Вплив біостимуляторів на рослини цукіні за умови передпосівної обробки насіння. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 9–13.

Зростання населення у світі постійно ставить перед сільськогосподарським сектором виклик підвищення врожайності й ефективності використання ресурсів. Добрива та пестициди все ще широко використовуються для досягнення необхідних стандартів виробництва, хоча їх активні інгредієнти часто є стійкими забруднювачами ґрунту та стічних вод, є токсичними для різних живих організмів. За останні три десятиліття було запропоновано кілька технологічних інновацій, а також екологічно чисті альтернативи агрохімічним засобам для підвищення стійкості сільського господарства та зменшення його впливу на екосистеми і здоров'я людини [1]. Значний інтерес становлять природні біостимулятори рослин як препарати нового покоління, що поєднують дії стимуляторів росту рослин і стресосприймачів [2]. На практиці ці продукти сприяють цвітінню, росту, зав'язуванню плодів, продуктивності й ефективності використання поживних речовин культурами, а також стійкості до широкого спектру абіотичних стресів [3].

Оскільки існують різні визначення біостимуляторів рослин, беремо до уваги останнє, надане Регламентом ЄС 2019/1009, – Біостимулятор рослин повинен бути продуктом добрива ЄС, функцією якого є стимулювання процесів живлення рослин незалежно від вмісту поживних речовин у продукті з єдиною метою – покращення однієї чи кількох з таких характеристик рослини чи ризосфери рослини:

- 1) ефективність використання поживних речовин;
- 2) стійкість до абіотичного стресу;
- 3) якісні ознаки;
- 4) доступність обмежених поживних речовин у ґрунті або ризосфері [4].

У сільськогосподарському секторі рослинні біостимулятори включають різні біологічно активні природні речовини, такі як рослинні екстракти, корисні мікроорганізми, екстракти морських водоростей, гумінові кислоти, фульвокислоти, кремній, гідролізат тваринного білка, гідролізат рослинного білка та бактерії, що належать до родів *Azotobacter*, *Rhizobium* і *Azospirillum* тощо [5, 6]. Рослинні екстракти містять багато біоактивних сполук, таких як цукри, амінокислоти, білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди [7], фенольні кислоти та флавоноїди [8, 9]. Екстракти морських водоростей, особливо бурих, зазвичай наявні в біостимуляторах, оскільки вони містять біологічно активні сполуки, такі як фітогормони, мікроелементи, специфічні для водоростей полісахариди, бетаїни, поліаміни та фенольні сполуки [10].

Підвищення врожайності часто пов'язують із кращою якістю овочів чи фруктів. Згідно з попередніми дослідженнями, біостимулятори позитивно впливають на виробництво овочів і фруктів [11–14]. У сучасному сільському господарстві використання біостимуляторів є важливим заходом у виробництві садових культур, і складаються вони з високогетерогенних класів сполук із широким спектром дії для покращення кількісних і якісних урожаїв [15].

Цукіні (*Cucurbita pepo* L.) – це різновид кабачка, що належить до сімейства гарбузових, також відомий як літній кабачок і походить із Центральної Америки, зокрема Мексики та півдня Сполучених Штатів [16]. Цей вид входить до першої десятки овочів із найвищою економічною та харчовою цінністю, високим національним виробництвом, переважно в південно-центральної частині Бразилії, також зростає протягом літнього сезону в Єгипті та в усьому світі [17–19]. Проте зростання попиту споживачів на місцевих і міжнародному ринках на свіжі плоди цукіні цілий рік призвели до збільшення площі насаджень їх у теплицях [20, 21].

Цукіні є однією з найбільш значущих товарних овочевих культур завдяки високому потенціалу врожайності на одиницю площі в короткий період вегетації. Тому вдосконалення агротехніки виробництва цукіні має великий економічний інтерес. Цього можна досягти шляхом застосування простих, сучасних і недорогих стратегій, таких як використання кремнеземних сполук, *Trichoderma* або ризобактерій, що стимулюють ріст рослин (PGPR), і рослинних екстрактів, які стимулюють ріст і розвиток цієї рослини, а потім підвищують продуктивність, що є безпечним для людини та навколишнього середовища [22–24].

У роботі [24] проводили оцінку впливу п'яти штамів бактерій (*Pseudomonas fluorescens* Pf4, *P. putida* S1Pf1, *P. protegens* Pf7, *P. migulae* 8R6 і *Pseudomonas* spp. 5Vm1K), які були обрані завдяки їхнім властивостям стимулювати ріст рослин та здійснювати позитивний вплив на вміст поживних речовин у плодах/насадінні. Основним отриманим результатом інюкуляції насіння цукіні сорту Altea (Syngenta) було збільшення тривалості цвітіння та кількості квіток за умови обробки двома штамми *P. putida* S1Pf1 та *Pseudomonas* spp. 5Vm1K на перших етапах цвітіння порівняно з контролем.

Також інюкуляція бактеріями не вплинула на вагу та розмір плодів, але збільшилася кількість плодів у разі обробки штамом *Pseudomonas* sp. 5Vm1K (10 плодів у 5Vm1K інюкульованих рослинах на протигагу двом плодам у неінюкульованих контрольних рослинах, що становить 400%). Не було зареєстровано суттєвих відмінностей щодо кількості абортів плодів. Однак кількість жіночих квіток, які спостерігали кожні два дні, виявила, що під час другого та третього відбору кількість квіток збільшилася у рослин, інюкульованих штамми *P. putida* S1Pf1 (145,5 та 34%, відповідно) та *Pseudomonas* sp. 5Vm1K (200 і 56,1% відповідно) порівняно з контролем.

Використання насіння з високим фізіолого-санітарним потенціалом стає обов'язковим, оскільки ці властивості зазвичай забезпечують швидке і рівномірне проростання в польових умовах, повноцінне стояння, високу врожайність і якість зібраної продукції [25].

Інюкуляція овочевих рослин *Trichoderma* або PGPR може бути ефективною стратегією для стимулювання

росту та розвитку рослин, а також сприяє мінімізації використання синтетичних добрив і агрохімікатів. Ця стратегія може покращити стійкість рослин до абіотичних стресів шляхом індукції резистентності через вироблення фітогормонів, підвищення продуктивності ґрунту та летких сполук, які впливають на сигнальні шляхи рослин [26, 27]. *Trichoderma* spp. – це вільноживучі нитчасті гриби у ґрунті, і деякі з них є найпотужнішими агентами біоконтролю ґрунтових рослинних від патогенів [28]. *Trichoderma* може покращити доступність поживних речовин у ґрунті та сприяти росту рослин [29, 30].

Фізіологічний потенціал насіння є одним із головних факторів, на який варто зважати при посадці культури. У дослідженні [31] було оцінено екзогенне застосування біостимулятора Stimulate® на цукіні сорту Caserta Italiana в умовах сольового стресу. Обробка насіння розчином Stimulate® (10 мл/л) протягом 8 годин виявила їх життєздатність і схожість.

Доцільно також відзначити ефективність використання хітозану, який є природним полісахаридом та міститься у клітинних стінках деяких грибів, і є одним із найбільш перспективних біоматеріалів для цих цілей [32, 33]. Протягом останніх років хітозан вивчався як природний агрохімікат для застосування в таких сферах, як дражування насіння [34], фунгіцид [35], біостимулятор росту [36] тощо. Ефективність хітозану як стимулятора проростання також була доведена для різноманітних видів рослин, таких як бавовна, кукурудза [37], пшениця [38], огірок, чилі, гарбуз, капуста [39], артишок [40] тощо.

У роботі [41] представлено дослідження схожості необробленого та покритого хітозаном насіння цукіні. Результати чітко свідчать, що насіння цукіні, покриті двома шарами хітозану (молекулярна маса, $M_w = 28$ кДа), показало як нижчий відсоток за середній час проростання, так і вищий накопичений відсоток проростання на 2-й день тесту. Крім того, були отримані оптимальні значення для часу зберігання та концентрації розчину за умови покриття:

а) 2,90 місяців і 0,76 % (мас./об.) для насіння, що зберігалось при температурі 20 °С;

б) 4,47 місяців і 0,65 % (мас./об.) для насіння, що зберігається в холодильнику при температурі 4 °С. Отже, продемонстрована властивість олігомерів хітозану стимулювати проростання насіння цукіні.

Для визначення впливу деяких обробок біостимуляторами на фотосинтетичні пігменти та біохімічний склад рослин цукіні було проведено два експерименти в тепличних умовах. У роботі [42] розглядається вплив корисних мікробів (*Trichoderma viride* і *Pseudomonas fluorescens*), а також трьох екстрактів з *Eucalyptus camaldulensis* leaf extract (LE), *Citrus sinensis* LE та екстракту плодів *Ficus benghalensis* (FE) із силкатом калію (K_2SiO_3), оцінених як біостимулятори, на продуктивність та біохімічний склад плодів цукіні. Результати показали, що *E. camaldulensis* LE (4000 мг/л) + K_2SiO_3 (500 мг/л) і *T. viride* (106 спор./мл) + K_2SiO_3 (500 мг/л) дали найвищу врожайність плодів цукіні. Крім того, на

загальну реакцію зчитування хлорофілів і каротиноїдів істотно вплинуло лікування біостимуляторами. Комбінація K_2SiO_3 з *E. camaldulensis* LE збільшила активність поглинання радикалів DPPH і загальний вміст фенолів у плодах цукіні в обох експериментах. Однак обприскування K_2SiO_3 не виявило жодного впливу на загальний вміст флавоноїдів у плодах цукіні.

Доцільно також відзначити ефективність використання біостимулятора росту рослин Емістим С, що має широкий спектр дії і є продуктом біотехнологічного вирощування грибів-мікроміцетів з кореневої системи лікарських рослин. Для замочування насіння протягом 6–8 годин використовується розчин 0,2 мл/100 мл води або 25 мл на 1 т насіння з розрахунку робочого розчину – 10 л/т. Емістим С містить збалансований комплекс мікроелементів, фітогормонів, амінокислот, вуглеводів та інших природних речовин [43, 44].

Основними перевагами використання Емістим С є такі: підвищення врожайності на 11–24 % і стійкості рослин до стресових кліматичних умов (високі та низькі температури, посуха); збільшення енергії проростання та польової схожості насіння; підсилення фотосинтетичної активності, що сприяє розвитку листової поверхні рослини; зменшення фітотоксичного впливу пестицидів, зниження кількості залишкових пестицидів; зменшення норм внесення засобів захисту рослин до мінімального рівня за рекомендаціями виробника; активізація імунної системи, що сприяє зниженню рівня захворювань рослин; підсилення ефективності добрив [45, 46].

Ще одним перспективним біостимулятором для обробки насіння цукіні на вітчизняному ринку є Вермісол, що як і Емістим С придатний для використання в органічному землеробстві. Вермісол виготовляють з біогумусу, одержаного в результаті переробки червоним каліфорнійським черв'яком підстилкового гною великої рогатої худоби та містить: гумати, амінокислоти, фульвокислоти, вітаміни, природні фітогормони, спори корисних бактерій, мікро- і макроелементи (азот, калій, кальцій, фосфор, магній, залізо тощо).

Завдяки використанню Вермісола підвищується схожість насіння, підсилюється зростання і розвиток рослин, підвищується їхній імунітет, скорочуються терміни дозрівання урожаю на 10–14 днів, відбувається підвищення врожайності овочів до 40 % і більше, за умови поліпшення їхньої якості та збільшення термінів зберігання. Також покращуються біометричні показники рослини, що допомагає формуванню куща, покращується укорінення, знижується вміст важких металів, радіонуклідів і нітратів. Стимулюється ріст і цвітіння, допомагає утворенню великої кількості бутонів і квіток, збільшується біологічна активність ґрунтів і прискорюється їхнє самоочищення, пригнічується розвиток патогенної мікрофлори, покращується фотосинтез листа, збільшується зелена маса. Вермісол можна поєднати з усіма видами агро-

хімікатів, що підсилює їх дію, не порушуючи технологічний процес і не потребує додаткових затрат на використання [43].

Висновки

Метою статті є дослідження застосування біостимуляторів для передпосівної обробки насіння та їхній вплив на рослини цукіні.

Передпосівна обробка насіння цукіні біостимулятором, як і будь-якої іншої культури, є важливим резервом підвищення врожайності та поліпшення якості продукції, покращення росту та здоров'я рослин. Зважаючи на те, що цукіні має високий потенціал врожайності на одиницю площі за короткий період вегетації, доцільно удосконалити агротехнологію його вирощування. Наприклад, доцільним є застосування кремнеземних сполук, *Trichoderma* або ризобактерій, що стимулюють зростання рослин, і рослинних екстрактів. Використання штамів бактерій *P. putida* S1Pfl і *Pseudomonas* spp. 5Vm1K призводить до збільшення тривалості цвітіння та кількості квіток, кількості плодів. Визначено, що використання для обробки насіння цукіні Stimulate® і хітозану сприяє проростанню насіння, а за умови поєднання *Eucalyptus camaldulensis* leaf extract + K_2SiO_3 + *Trichoderma viride* можна отримати найвищий урожай плодів. Доведено, що у разі обробки насіння цукіні біостимуляторами Емістим С і Вермісол підвищується енергія проростання та польова схожість, збільшується врожайність і поліпшується якість продукції, зменшується абіотичний стрес і фітотоксичний вплив пестицидів, знижується кількість залишкових пестицидів тощо. Отже, використання біостимуляторів для передпосівної обробки насіння цукіні є перспективним напрямом вдосконалення агротехніки його вирощування.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Roupael, Y., & Colla, G. (2020). Toward a Sustainable Agriculture Through Plant Biostimulants: From Experimental Data to Practical Applications. *Agronomy*, 10 (10), 1461. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101461>
2. Ugena, L., Hýlová, A., Podlešáková, K., Humplik, J. F., Doležal, K., Diego, N. D., & Spíchal, L. (2018). Characterization of biostimulant mode of action using novel multi-trait high-throughput screening of arabidopsis germination and rosette growth. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01327>
3. Colla, G., & Roupael, Y. (2015). Biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.10.044>
4. Roupael, Y., & Colla, G. (2020). Editorial: biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>
5. Chiaiese, P., Corrado, G., Colla, G., Kyriacou, M. C., & Roupael, Y. (2018). Renewable sources of plant biostimulation: microalgae as a sustainable means to improve crop performance. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01782>
6. Ricci, M., Tilbury, L., Daridon, B., & Sukalac, K. (2019). General principles to justify plant biostimulant claims. *Frontiers in Plant Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00494>
7. Fernie, A. R., & Pichersky, E. (2015). Focus issue on metabolism: metabolites, metabolites everywhere. *Plant Physiology*, 169 (3), 1421–1423. <https://doi.org/10.1104/pp.15.01499>
8. Sarker, U., & Oba, S. (2018). Drought stress enhances nutritional and bioactive compounds, phenolic acids and antioxidant capacity of *Amaranthus leafy vegetable*. *BMC Plant Biology*, 18 (1). <https://doi.org/10.1186/s12870-018-1484-1>
9. Salem, M. Z. M., EL-Hefny, M., Ali, H. M., Abdel-Megeed, A., El-Settawy, A. A. A., Böhm, M., Mansour, M. M. A., & Salem, A. Z. M. (2021). Plants-derived bioactives: Novel utilization as antimicrobial, antioxidant and phyto-reducing agents for the biosynthesis of metallic nanoparticles. *Microbial Pathogenesis*, 158, 105107. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.105107>
10. Wadas, W., & Dziugiel, T. (2020). Quality of new potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in response to plant biostimulants application. *Agriculture*, 10 (7), 265. <https://doi.org/10.3390/agriculture10070265>
11. Kocira, A., Kocira, S., Świeca, M., Złotek, U., Jakubczyk, A., & Kapela, K. (2017). Effect of foliar application of a nitrophenolate-based biostimulant on the yield and quality of two bean cultivars. *Scientia Horticulturae*, 214, 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.021>
12. Goñi, O., Quille, P., & O'Connell, S. (2018). Ascophyllum nodosum extract biostimulants and their role in enhancing tolerance to drought stress in tomato plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 126, 63–73. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.02.024>
13. Milić, B., Tarlanović, J., Keserović, Z., Magazin, N., Miodragović, M., & Popara, G. (2018). Bioregulators can improve fruit size, yield and plant growth of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Scientia Horticulturae*, 235, 214–220. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.004>
14. Tarantino, A., Lops, F., Disciglio, G., & Lopriore, G. (2018). Effects of plant biostimulants on fruit set, growth, yield and fruit quality attributes of 'Orange rubis®' apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivar in two consecutive years. *Scientia Horticulturae*, 239, 26–34. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.055>
15. Drobek, M., Fraç, M., & Cybulska, J. (2019). Plant biostimulants: importance of the quality and yield of horticultural crops and the improvement of plant tolerance to abiotic stress – A review. *Agronomy*, 9 (6), 335. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060335>
16. Filgueira, F. A. R. (2012). *Novo manual de olericulture*. Viçosa: Editora UFV.
17. Azambuja, L. O., Benett, C. G. S., Benett, K. S. S., & Costa, E. (2015). Produtividade da abobrinha 'Caserta' em função do nitrogênio e gel hidrorretentor. *Científica*, 43 (4), 353. <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2015v43n4p353-358>
18. Ezzo, M., Glala, A., Saleh, S., & Omar, N. M. (2012). Improving squash plant growth and yielding ability under organic fertilization condition. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6, 572–578.
19. Mahmoud, A. (2016). Occurrence of Fusarium wilt on summer squash caused by *Fusarium oxysporum* in Assiut, Egypt. *Journal of Phytopathology and Pest Management*, 3, 34–45.
20. Formisano, L., El-Nakhel, C., Corrado, G., De Pascale, S., & Roupael, Y. (2020). Biochemical, physiological, and productive response of greenhouse vegetables to suboptimal growth environment induced by insect nets. *Biology*, 9 (12), 432. <https://doi.org/10.3390/biology9120432>
21. Formisano, L., Pannico, A., El-Nakhel, C., Starace, G., Poledica, M., Pascale, S. D., & Roupael, Y. (2020). Improved Porosity of insect proof screens enhances quality aspects of zucchini squash without compromising the yield. *Plants*, 9 (10), 1264. <https://doi.org/10.3390/plants9101264>
22. Savvas, D., Giotis, D., Chatzieustratiou, E., Bakea, M., & Patakioutas, G. (2009). Silicon supply in soilless cultivations of zucchini alleviates stress induced by salinity and powdery mildew infections. *Environmental and Experimental Botany*, 65 (1), 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.07.004>
23. Formisano, L., Miras-Moreno, B., Ciriello, M., El-Nakhel, C., Corrado, G., Lucini, L., Colla, G., & Roupael, Y. (2021). *Trichoderma* and phosphite elicited distinctive secondary metabolite signatures in zucchini squash plants. *Agronomy*, 11 (6), 1205. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061205>
24. Novello, G., Cesaro, P., Bona, E., Massa, N., Gosetti, F., Scarafoni, A., Todeschini, V., Berta, G., Lingua, G., & Gamalero, E. (2021). The

- effects of plant growth-promoting bacteria with biostimulant features on the growth of a local onion cultivar and a commercial zucchini variety. *Agronomy*, 11 (5), 888. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050888>
25. Pêgo, R. G., Nunes, U. R., & Massad, M. D. (2011). Qualidade fisiológica de sementes e desempenho de plantas de rúcula no campo. *Ciência Rural*, 41 (8), 1341–1346. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782011000800008>
 26. Kumar, P., Sharma, N., Sharma, S., & Gupta, R. (2020). Rhizosphere stoichiometry, fruit yield, quality attributes and growth response to PGPR transplant amendments in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) growing on solarized soils. *Scientia Horticulturae*, 265, 109215. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109215>
 27. Mannino, G., Campobenedetto, C., Vigliante, I., Contartese, V., Gentile, C., & Berteza, C. M. (2020). The Application of a plant biostimulant based on seaweed and yeast extract improved tomato fruit development and quality. *Biomolecules*, 10 (12), 1662. <https://doi.org/10.3390/biom10121662>
 28. Castiglione, A. M., Mannino, G., Contartese, V., Berteza, C. M., & Ertani, A. (2021). Microbial biostimulants as response to modern agriculture needs: composition, role and application of these innovative products. *Plants*, 10 (8), 1533. <https://doi.org/10.3390/plants10081533>
 29. Velmourougane, K., Prasanna, R., Chawla, G., Nain, L., Kumar, A., & Saxena, A. K. (2019). Trichoderma–azotobacter biofilm inoculation improves soil nutrient availability and plant growth in wheat and cotton. *Journal of Basic Microbiology*, 59 (6), 632–644. Portico. <https://doi.org/10.1002/jobm.201900009>
 30. Chen, D., Hou, Q., Jia, L., & Sun, K. (2021). Combined Use of two trichoderma strains to promote growth of pakchoi (*Brassica chinensis* L.). *Agronomy*, 11 (4), 726. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040726>
 31. Souza, M. W. de L., Oliveira, F. de A. de, Torres, S. B., Neta, M. L. de S., Sá, F. V. da S., & Leal, C. C. P. (2020). Exogenous application of biostimulant in zucchini (*Cucurbita pepo* L.) subjected to salt stress. *Revista Ciência Agronômica*, 51 (3). <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200055>
 32. Lárez-Velásquez, C., & Zambrano-Díaz, L. (2011). Despolimerización de quitosano con peryodato de potasio. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 32 (2), 195–202.
 33. El Hadrami, A., Adam, L. R., El Hadrami, I., & Daayf, F. (2010). Chitosan in Plant Protection. *Marine Drugs*, 8 (4), 968–987. <https://doi.org/10.3390/md8040968>
 34. Freepons, D. (1997). Enhancing food production with chito-san seed-coating technology. In M. Goosen (Ed.), *Applications of Chitin and Chitosan* (p. 129–139). Boca Raton, Florida: CRC Press LLC.
 35. Allan, C. R., & Hadwiger, L. A. (1979). The fungicidal effect of chitosan on fungi of varying cell wall composition. *Experimental Mycology*, 3 (3), 285–287. [https://doi.org/10.1016/s0147-5975\(79\)80054-7](https://doi.org/10.1016/s0147-5975(79)80054-7)
 36. Burrows, F., Louime, C., Abazinge, M., & Onok-Pise, O. (2007). Extraction and evaluation of chitosan from crab exoskeleton as a seed fungicide and plant growth en-hancer. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 2 (2), 103–111.
 37. Tingda, J., Ruixia, M., Ruiming, Q., & Chunping, Z. (1994). Seed treatment and inhibition of plant pathology of chitosan. *Journal of Environmental Sciences*, 6 (1), 112–115.
 38. Bhaskara Reddy, M. V., Arul, J., Angers, P., & Couture, L. (1999). Chitosan treatment of wheat seeds induces resistance to *Fusarium graminearum* and improves seed quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (3), 1208–1216. <https://doi.org/10.1021/jf981225k>
 39. Chandkrachang, S. (2002). The application of chitin and chitosan in agriculture in Thailand. In K. Suchiva, S. Chandkrachang, P. Methacanon, M. Peter (Eds.), *Advances in Chitin Science* (p. 458–462). Bangkok, Thailand.
 40. Ziani, K., Ursúa, B., & Maté, J. I. (2010). Application of bioactive coatings based on chitosan for artichoke seed protection. *Crop Protection*, 29 (8), 853–859. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.03.002>
 41. Lárez Velásquez, C., Chirinos, A., Tacoronte, M., & Mora, A. (2012). Chitosan oligomers as bio-stimulants to zucchini (*Cucurbita pepo*) seeds germination. *Agriculture*, 58 (3), 113–119.
 42. Abd-Elkader, D. Y., Mohamed, A. A., Feleafel, M. N., Al-Huqail, A. A., Salem, M. Z. M., Ali, H. M., & Hassan, H. S. (2022). Photosynthetic pigments and biochemical response of zucchini (*Cucurbita pepo* L.) to plant-derived extracts, microbial, and potassium silicate as biostimulants under greenhouse conditions. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.879545>
 43. Vdovenko, S. A., & Palamarchuk, I. I. (2019). *Osoblyvosti tekhnolohii vyroshchuvannia kabachka v umovakh vidkrytoho gruntu: monohrafiia*. Vinnytsia: VNAU [in Ukrainian]
 44. Horobets, M. V., Chaika, T. O., Krykunova, V. Yu., & Lotysh, I. I. (2021). Zalezhnist ontohenezu yachmeniu yaroho vid vykorystannia stymuliatoriv rostu. In T. O. Chaika (Red.), *Stiikiyi rozvytok silskykh terytorii u konteksti realizatsii derzhavnoi ekolohichnoi polityky ta enerhozberezhennia: kolektyvna monohrafiia* (p. 36–49). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
 45. Horobets, M., Chaika, T., Korotkova, I., Pysarenko, P., Mishchenko, O., Shevnikov, M., & Lotysh, I. (2021). Influence of growth stimulants on photosynthetic activity of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) crops. *International Journal of Botany Studies*, 6 (2), 340–345.
 46. Korotkova, I. V., Gorobets, M. V., & Chaika, T. O. (2021). Influence of growth stimulants on productivity of spring barley varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 20–30. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.02>

ORCID

- V. Pysarenko  <https://orcid.org/0000-0002-0184-3929>
M. Pischalenko  <https://orcid.org/0000-0003-4123-9547>
T. Chaika  <https://orcid.org/0000-0002-5980-7517>



2023 Pysarenko 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.

Yield of maize hybrid maternal lines depending on castration and harvesting methods

M. Marenych | K. Koba✉

Article info

Correspondence Author

K. Koba

E-mail:

kristinakoba3@gmail.comPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda St., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Marenych, M., & Koba, K. (2023). Yield of maize hybrid maternal lines depending on castration and harvesting methods. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 14–18. doi: 10.31210/spi2023.26.04.03

Due to a number of factors, seed maize crops usually produce lower yields than commercial crops. At the same time, seeds must meet high physical, phytosanitary and especially genetic standards. The aim of the research was to identify ways to increase the seed yield of maize maternal lines, taking into account the weather conditions of cultivation, methods of panicle removal and harvesting. Based on the research results, it was found that the average seed yield in 2021 was 3.31 t/ha, and in 2022 – 3.82 t/ha. In 2021, the yield of the Pioneer1 hybrid using castrators was 0.87 t/ha less than the manual removal options, and the other two hybrids by 0.74 and 0.53 t/ha, respectively. In 2022, the pattern remained the same: manual panicle cutting contributed to the formation of a higher seed yield in the Pioneer1 hybrid by 0.77 t/ha, in the Pioneer 2 hybrid by 0.93 t/ha, and in the Pioneer3 hybrid by 0.7 t/ha. The best yield over the years of research was recorded on the maternal line of the Pioneer1 hybrid, which exceeded Pioneer 2 by 1.46 t/ha, and the maternal line of Pioneer 3 – 0.67 t/ha. Using multivariate analysis of variance, the approximate value of the influence of each factor separately on the formation of yield was established, where the largest share was genetic characteristics was 44 %. The second most important was the method of panicle removal – 36 %. The conditions of the years of cultivation had a much smaller share of influence on the formation of seed yield. It has been shown that the yield and quality of seeds of maternal lines is also significantly affected by the harvesting method. Harvesting in cobs makes it possible to start harvesting at a seed moisture content of almost 11–13 % higher and leads to an increase in the yield of a valuable crop by 1.0 t/ha. As a result, the seed germination rate increased by 6 %, which is of great importance in seed production, as the yield of sowing units per 1 ha was almost 50 percent higher.

Keywords: maize, seed crops, yield, genetic characteristics, panicle removal, harvesting, germination.

Урожайність материнських ліній гібридів кукурудзи залежно від способів кастрації та збирання

M. M. Маренич | К. В. Коба

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Насіннєві посіви кукурудзи через низку чинників зазвичай формують менші врожаї, ніж товарові. При цьому насіння має відповідати високим фізичним, фітосанітарним та особливо генетичним стандартам. Метою досліджень було з'ясувати можливість підвищення урожайності насіння материнських ліній кукурудзи, зважаючи на погодні умови вирощування, способи видалення волоті та збирання. На підставі результатів досліджень виявлено, що середня урожайність насіння 2021 року становила 3,31 т/га, а 2022 року – 3,82 т/га. 2021 року урожайність гібрида Pioneer 1 з використанням кастраторів була меншою порівняно з варіантами ручного видалення на 0,87 т/га, а інших двох гібридів відповідно на 0,74 і 0,53 т/га. 2022 року закономірність зберіглася – обривання волоті вручну сприяло формуванню більшої врожайності насіння у гібрида Pioneer 1 на 0,77 т/га, у гібрида Pioneer 2 – на 0,93 т/га, а в гібрида Pioneer 3 – на 0,7 т/га. Найкращий показник урожайності за роки досліджень зафіксовано на материнській лінії гібрида Pioneer 1, який перевищував Pioneer 2 на 1,46 т/га, а материнську лінію Pioneer 3 – 0,67 т/га. За допомогою багаточинного дисперсійного аналізу було встановлено орієнтовну величину впливу кожного фактора окремо на формування урожайності, де найбільшу частку мають генетичні особливості – 44 %. Іншим за важливістю виявився спосіб видалення волоті – 36 %. Умови років вирощування мали значно меншу частку впливу на формування врожайності насіння. Досліджено, що на урожайність та якість насіння материнських ліній значною мірою впливає також спосіб збирання. Збирання в качанах дає змогу розпочати його за умови вологості насіння майже на 11–13 % вище і призводить до збільшення врожайності цінного врожаю на 1,0 т/га. Внаслідок цього показник схожості насіння зростає на 6 %, що має велике значення для насінництва, оскільки вихід посівних одиниць з 1 га був більшим майже на 50 %.

Ключові слова: кукурудза, насіннєві посіви, урожайність, генетичні особливості, видалення волоті, збирання, схожість.

Бібліографічний опис для цитування: Маренич М. М., Коба К. В. Урожайність материнських ліній гібридів кукурудзи залежно від способів кастрації та збирання. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 14–18.

Вступ

Успішне виробництво насіння кукурудзи вимагає набагато вищого рівня управлінської майстерності, значно більше праці та часу, ніж виробництво зерна кукурудзи. Крім того, насінництво є технічним процесом, який потребує поглибленої підготовки та знання репродуктивних механізмів у рослинах [1, 2].

Лінії кукурудзи порівняно з товарними гібридами першого покоління через меншу життєздатність, слабшу кореневу систему, послаблений ріст, формують нижчий рівень урожайності [3]. Водночас насіння повинно відповідати високим генетичним, фізичним і фітосанітарним стандартам [4].

Насіннева кукурудза виробляється шляхом схрещування материнської лінії з батьківською лінією як донором пилку. Для отримання гібридного насіння необхідна система контролю запилення, щоб запобігти небажаному самозапиленню [4, 5].

Важливим прийомом, що виконується, є видалення чоловічих суцвіть у рослин на материнських рядах. Для цього використовують машини для видалення волоті (детеслери, кастратори) та ручний обрив. В обох цих процесах є ще багато недосліджених нюансів [6, 7].

Ручний обрив має високу точність, але є трудомістким. Механічне зрізання дає можливість покривати великі площі за короткий проміжок часу, але водночас дуже травмує рослини, що, своєю чергою, впливає на продуктивність та врожайність насіння [8, 9]. Тільки при дотриманні одного із цих заходів можна своєчасно контролювати та ефективно видаляти сортові домішки, відкрити потенціал сортових ознак рослин [10–11].

Потенціал продуктивності насінницьких посівів, як правило, подібний до товарних і пов'язаний із тривалістю вегетаційного періоду, відтак, чим він коротший, тим буде нижчою врожайність і навпаки [12–15]. Задля зменшення ризиків холодового стресу при збиранні виробники намагаються вирощувати насіння з різним ФАО, що пристосоване для конкретної природно-кліматичної зони [16, 17]. Такий підхід також допомагає розпочати збирання раніше і запустити потужності заводу для подальшої роботи [18, 19].

Одним із найважливіших завдань при вирощуванні насіння кукурудзи є збір вирощеного врожаю. Рекомендовано збирати кукурудзу в качанах при вологості зерна 25–35 % [20, 21]. Збирання кукурудзи, коли рівень вологості зерна вищий за рекомендований, може призвести до надмірних витрат на сушіння, пошкодження ядра та втрат урожаю через неправильне використання обмолоту. Якщо кукурудза залишатиметься на полі занадто довго, це може призвести до втрат врожаю через вилягання стебла, качанів або осипання зерен [22, 23].

У чисельних наукових працях, що опубліковані на основі аналізу результатів експериментальних даних, вказують, що збирання в качанах значно зменшує

пошкодження зерна під час навантаження, транспортування та розвантаження [24, 25]. Однак у сучасних умовах задля зменшення холодового стресу виробники практикують пряме комбайнування, що є ризикованим для насінницьких посівів, де від якості насіння залежить кількість посівних одиниць з кожного гектара [26].

Мета дослідження

Мета досліджень – виявити шляхи підвищення урожайності насіння материнських ліній кукурудзи, зважаючи на погодні умови вирощування, способи видалення волоті та збирання.

Завдання досліджень: дослідити вплив способів видалення волоті та збирання на врожайність насінневих посівів кукурудзи.

Матеріали і методи

Експериментальні дослідження проводили в умовах нестійкого зволоження Центрального Лісостепу.

Гібриди: Pioneer 1 – середньопізній (ФАО 360), зубовидний тип зерна, з високою вологовіддачею та відмінною посухостійкістю. Рекомендований для раннього посіву в Лісостеповій та Степовій зонах. Стейкий до вилягання. Придатний до вирощування в монокультурі та пізнього збирання.

Pioneer 2 – ранньостиглий (ФАО 230), простий гібрид зернового напрямку використання, зі швидкою вологовіддачею. Високотолерантний до посухи та північного гелмінтоспоріозу (*Helminthosporium turcicum* Pass). Рекомендований для вирощування в Лісостеповій зоні та Поліссі. Варто уникати раннього посіву та пізнього збирання.

Pioneer 3 – середньоранній (ФАО 280), простий гібрид із зерном зубоподібного типу, рекомендований для зернового та силосного напрямку використання. Придатний до ранньої сівби, толерантний до сажкових хвороб, має високу вологовіддачу. Зони вирощування: Лісостеп та Полісся.

Ґрунти на ділянках представлені чорноземами звичайними з сприятливими водно-фізичними властивостями. Мають зернисту структуру, важкий гранулометричний склад, високу водопроникність та вологоємність. Вміст гумусу в орному шарі становить 3,3 %, загального азоту (N) – 0,19–0,20 %, рухомого фосфору (P₂O₅) – 100–110 мг/кг, обмінного калію (K₂O) – 80–120 мг/кг (за Чириковим).

При дослідженні урожайності материнської лінії для кожного гібрида була ділянка площею 1 га. Трикратна повторність. Морфологічні та біологічні ознаки кукурудзи вивчали згідно з рекомендаціями, наведеними в «Методиці державного сортопробування сільськогосподарських культур». Видаляли волоть вручну та за допомогою кастратора Hagie 240 SP. Збирання проводили двома комбайнами: BOURGOIN JLD410 (в качанах) та NewHolland CR 8.90 (для прямого

збирання). Вологість зерна кукурудзи при збиранні визначали вологоміром фірми «Дікей-Джон» (США).

Результати та їх обговорення

Аналіз результатів досліджень свідчить, що на урожайність насіння материнських ліній гібридів кукурудзи впливають три основні фактори – умови

років вирощування, генетичні властивості та спосіб видалення волоті (табл. 1).

Середня урожайність насіння 2021 року становила 3,31, а 2022 року – 3,82 т/га. 2021 року урожайність гібрида Pioneer 1 з використанням кастраторів була меншою порівняно з варіантами ручного видалення на 0,87 т/га, а інших двох гібридів відповідно на 0,74 і 0,53 т/га.

Таблиця 1

Урожайність материнської лінії гібридів залежно від способу видалення волоті, т/га (2021–2022 рр.)

Гібрид (фактор В)	Роки проведення (фактор А)			
	2021 рік		2022 рік	
	спосіб видалення волоті (фактор С)			
	різка (кастраторами)	обривання вручну	різка (кастраторами)	обривання вручну
Pioneer 1	3,5	4,3	3,7	4,6
	3,4	4,1	3,8	4,8
	4,3	5,4	4,5	4,9
<i>Середнє</i>	<i>3,73</i>	<i>4,60</i>	<i>4,00</i>	<i>4,77</i>
Pioneer 2	2,9	3,4	3,1	3,5
	1,6	2,6	2,7	3,7
	1,9	2,6	2,2	3,6
<i>Середнє</i>	<i>2,13</i>	<i>2,87</i>	<i>2,67</i>	<i>3,60</i>
Pioneer 3	2,5	3,1	3,2	3,7
	2,9	3,4	3,5	4,2
	3,6	4,1	4,11	5,0
<i>Середнє</i>	<i>3,00</i>	<i>3,53</i>	<i>3,60</i>	<i>4,30</i>
НІР ₀₅ (фактор А)				0,34
НІР ₀₅ (фактор В)				0,42
НІР ₀₅ (фактор С)				0,34

2022 року закономірність зберіглася – обривання волоті вручну сприяло формуванню більшої врожайності насіння у гібрида Pioneer 1 на 0,77 т/га, у гібрида Pioneer 2 – на 0,93 т/га, а в гібрида Pioneer 3 – на 0,7 т/га.

Найкращий показник врожайності за результатами дворічних досліджень мала материнська лінія гібрида Pioneer 1 (рис. 1), який перевищував Pioneer 2 на 1,46 т/га, а материнську лінію Pioneer 3 – на 0,67 т/га.

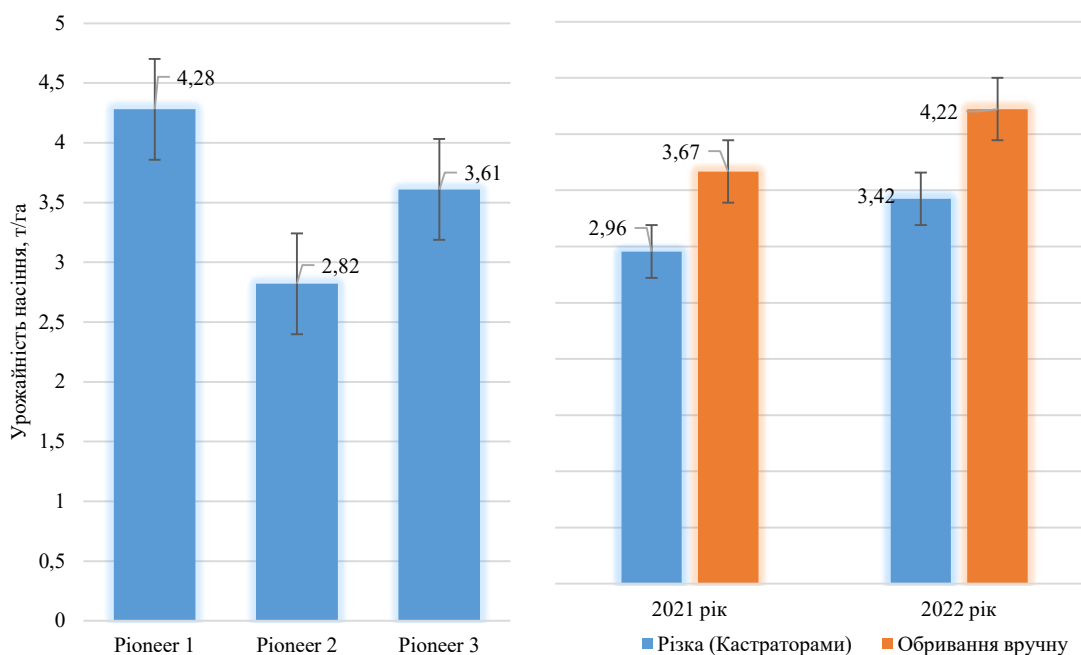


Рис. 1. Урожайність материнських ліній гібридів кукурудзи залежно від генетичних властивостей і способу видалення волоті

Обробка результатів досліджень методом багатофакторного дисперсійного аналізу дала змогу встановити також орієнтовну величину впливу кожного фактора окремо на формування урожайності (рис. 2) і найбільшу частку мають генетичні особливості – 44 %. Іншим за важливістю виявився спосіб видалення волоті – 36 %. Умови років вирощування мали значно меншу частку впливу на формування врожайності насіння.

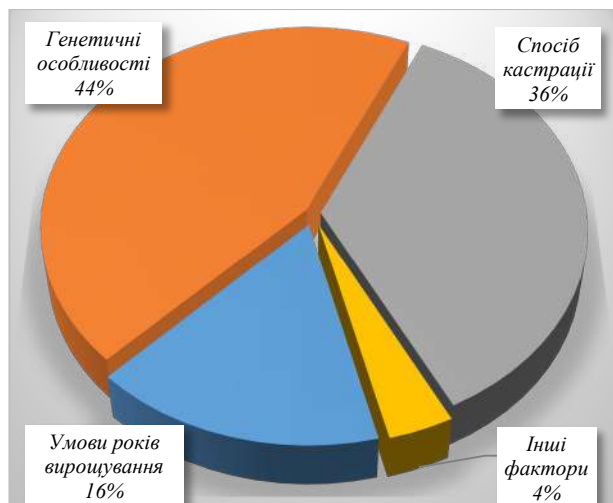


Рис. 2. Частка впливу факторів вирощування на формування врожайності насіння

Отже, в умовах нестійкого зволоження необхідно брати до уваги істотний вплив погодних факторів, які можуть суттєво вплинути на рівень урожайності.

На урожайність та якість насіння материнських ліній значною мірою впливає також спосіб збирання та інші фактори, показники яких фігурують на момент проведення цієї технологічної операції (табл. 2).

Таблиця 2

Урожайність та якість насіння материнських ліній залежно від способу збирання

	Повторність	Збиральна вологість, %	Схожість, %	Врожайність, т/га	П.О./га
Збирання в качанах	1/1	33,4	98	3,9	178
	1/2	32,2	97	3,8	183
	1/3	29,4	97	3,9	190
	1/4	28,5	99	4,6	185
	Сер.	30,9	98	4,1	184
Пряме комбайнування	2/1	18,2	93	2,8	126
	2/2	19,7	93	3,1	140
	2/3	20,6	93	3,7	165
	2/4	21,6	89	2,7	112
	Сер.	20,0	92,0	3,1	135,8
НР ₀₅				0,71	

Збирання в качанах дає змогу розпочати його за умови вологості насіння майже на 11–13 % вище, і призводить до збільшення врожайності цінного врожаю на 1,0 т/га. Внаслідок цього також зростає показник схожості насіння – він був вищим на 6 %, що має велике значення в насінництві, оскільки вихід посівних одиниць з 1 га був більшим майже на 50 %.

Висновки

Одержані результати дають змогу стверджувати, що для отримання високих і сталих урожаїв насіння материнських ліній кукурудзи необхідно брати до уваги погодні умови років вирощування, вплив яких може становити не менше 16 %. Частка впливу способу видалення волоті може становити понад третину від загального впливу факторів, що свідчить про різницю урожайності – 0,71–0,8 т/га на користь ручної кастрації. Збирання врожайності вручну дозволяє розпочинати цей процес раніше, за умови вищої вологості насіння на 11–13 %, та забезпечує отримання насіння кращої якості за показником його схожості і більшим виходом посівних одиниць із площі.

Перспективи подальших досліджень. Отримані дані дають змогу визначити основні напрями удосконалення процесів механізації видалення волоті материнських рослин та збирання врожаю. В подальшому необхідно також конкретизувати вплив генетичних властивостей, технологічних процесів і погодних умов на формування насіння й отримання його стабільно високої врожайності.

Конфлікт інтересів


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

References

- Molotskyi, M. Ya., Vasylykivskyi, S. P., Vlasenko, V. I., & Kniazuk, V. A. (2006). *Seleksiia i nasinnystvo silskohospodarskykh roslin*. Kyiv: Vyshcha osvita [in Ukrainian]
- Dziubetskyi, B. V., Cherchel, V. Iu., & Kyra, M. Ia. (2009). *Nasinnystvo kukurudzy: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: Ahrama nauka [in Ukrainian]
- Kalenska, S. M., Prysiazhniuk, O. I., Polovynchuk, O. Yu., & Novytska, N. V. (2018). Comparative characteristics of the growth and development of grain crops. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(4), 406–414. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151906>
- Petrychenko, V. F., Dziubetskyi, B. V., & Cherenkov, A. V. (2012). *Nasinnystvo kukurudzy: nauково-praktychni rekomendatsii*. Dnipropetrovsk: Roial Prynt [in Ukrainian]
- Hurieva, I. A., Riabchun, V. K., & Kozubenko, L. V. (2003). *Metodychni rekomendatsii polovoho ta laboratornoho vyvchennia henetychnykh resursiv kukurudzy. 2-he vydannia*. Kharkiv [in Ukrainian]
- Macrobert, J. F., Setimela, P., Gethi, J., & Regasa, M. W. (2014). *Maize hybrid seed production manual*. (pp. 8–10). Mexico: CIMMYT.
- Marković, D., & Branković, D. (2006). Application of modern agricultural machines in seed corn production. *Savremena Poljoprivredna Tehnika*, 32 (3-4), 158–166.
- Secanski, M., Miric, M., Radenovic, C., Markovic, K., Jovanovic, Z., & Popovic, A. (2015). Importance of permanent improvement of production and control of basic seed of ZP maize hybrids. *Selekcija i Semearstvo*, 21 (2), 103–117. <https://doi.org/10.5937/sem1502103s>
- DSTU 4138-2002. *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti. Chynnyi vid 2002-01-01*. (2002). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=91465 [in Ukrainian]
- Bahatchenko, V. V., & Zhemoida, V. L. (2015). Pidvyshchennia nasinnievoi produktyvnosti batkivskykh komponentiv – osnova vysokykh vrozhaiv kukurudzy. *Stan i perspektyvy rozvytku seleksii ta nasinnystva kukurudzy v umovakh zminy klimatu: Mizhnarodnoi nauково-praktychnoi konferentsii*. (pp. 15–16). Kharkiv: NAAN, Instytut roslinnystva im. V.Ia. Yurieva [in Ukrainian]

11. Gadzalo, Ya. M., Vozhehova, R. A., Kokovikhin, S. V., Bilyaeva, I. M., & Drobitko, A. V. (2020). Scientific substantiation of corn cultivation technologies on irrigated lands taking into account hydrothermal factors and climate change. *Interagency Thematic Scientific Collection «Irrigated Agriculture»*, 73, 21–26. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.3>
12. Kyrpa, M. Ia., & Pashchenko, N. O. (2011). Oznyaky ta pokaznyky yakosti nasinnia hibrydiv kukurudzy. *Biuletyn Instytutu Zernovoho Hospodarstva*, 40, 14–19. [in Ukrainian]
13. Havryliuk, M. M. (Red.). (2007). *Nasynnystvo y nasinnieznavstvo polovykh kultur*. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian]
14. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn prydanikh dlia poshyrennia v Ukraini (2023). *Ministerstvo ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy*. Retrieved from: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reiestr-sortiv-roslin> [in Ukrainian]
15. Kniazuk, O. V. (2005). Ahroekologichne obgruntuvannia pidvysychennia produktyvnosti riznostyhykh hibrydiv kukurudzy zalezno vid hustoty roslyn, mizhriad, strokiv ta hlybiny sivby. *Visnyk Bilotserkivskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu: Ahrobiologichni Osnovy Zemlerobstva*, 32, 66–74. [in Ukrainian]
16. Zhemoida, V. L., & Krasnovskiy, S. A. (2015). Kombinatsiina zdatsnist samozapylenykh liniy kukurudzy pry seleksii na kholodostiikist v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 210 (1), 312–318. [in Ukrainian]
17. Lavrynenko, Yu. L., & Plotkin, S. Ia. (2005). Minlyvist koreliatsiinoi zalezhnosti adaptyvnykh oznak u hibrydiv kukurudzy zalezno vid hrup styhlosti. *Tavriiskiy Naukovyi Visnyk*, 38, 17–23. [in Ukrainian]
18. Deriaha, Ye. V. (2002). Faktory optymizatsii umov vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy v skhidnomu Stepu. *Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia molodykh vchenykh i spetsialistiv z problem vyrobnytstva zerna v Ukraini: materialy (5–6 bereznia 2002 r.)*. (pp. 70–71). Dnipropetrovsk: Nova ideolohiia [in Ukrainian]
19. Kozubenko, L. V., Chupikov, M. M., & Kamyshan, T. P. (2007). Napriamy ta metody stvorennia vykhidnoho materialu ta hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti. *Zbirnyk Naukovykh Prats – Dosiahnennia i Problemy Henetyky, Seleksii ta Biotekhnolohii*, 2, 109–113. [in Ukrainian]
20. Lebid, Ye. M., Tsykov, V. S., & Pashchenko, Yu. M. (2008). *Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukurudzoiu: metodychni rekomendatsii*. Dnipropetrovsk [in Ukrainian]
21. Ushkarenko, V. O., Kokovikhin, S. V., Vozhehova, R. A., & Holoborodko, S. P. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo): navchalnyi posibnyk*. Kherson: Hrin D. S. [in Ukrainian]
22. Novytska, N. V. (2012). Shliakhy znyzhennia nehatyvnykh naslidkiv travmuvannia nasinnia. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya: Ahronomiia*, 176, 40–45. [in Ukrainian]
23. Kyrpa, M. Ya., & Bazilieva, Yu. S. (2012). Yakist i travmovanist nasinnia hibrydiv kukurudzy. *Seleksii i Nasynnystvo*, 101, 230–238. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2012.59763> [in Ukrainian]
24. Kyrpa, M. Ia., Stankevych, H. M., & Stiurko, M. O. (2015). *Kukurudza: zbyrannia, sushinnia, yakist: monohrafiia*. Odesa: KPOMD [in Ukrainian]
25. Zaviriukha, M. V. (2010). Analiz ukrainskoho rynku kukurudzozybralnoi tekhniki. *Visnyk Ahranoi Nauky Prychornomoria*, 4 (57), 257–261. [in Ukrainian]
26. Geng, A. J., Yang, J. N., Zhang, J., Zhang, Z. L., Yang, Q. Y., & Li, R. X. (2016). Influence factor analysis of mechanical damage on corn ear picking. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 32 (22), 56–62. <http://dx.doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2016.22.008>

ORCID

M. Marenych  <https://orcid.org/0000-0002-8903-3807>
 K. Koba  <https://orcid.org/0009-0003-8223-4862>



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

The influence of the methods of main tillage on the yield of maize hybrids in the conditions of the Left Bank Forest Steppe

V. Hanhur | M. Marenych | L. Yermko | A. Shostia | D. Puzyr | A. Kyrlytsia

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodymyr.hanhur@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda St., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine

Citation: Hanhur, V., Marenych, M., Yermko, L., Shostia, A., Puzyr, D., & Kyrlytsia, A. (2023). The influence of the methods of main tillage on the yield of maize hybrids in the conditions of the Left Bank Forest Steppe. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 19–23. doi: 10.31210/spi2023.26.04.04

Corn (*Zea mays* L.) due to important economic and valuable properties has a wide range of uses, including food and fodder as well as industrial use (raw materials for bioethanol and biogas production). The technology of primary tillage is an important agrotechnical methods for regulating the level of realization of the genetic potential of corn productivity. The studies conducted on the experimental field of the Poltava State Agricultural Research Institute named after M. I. Vavilov during 2022–2023 found that the early-ripening hybrid Kvitnevyyi 187 MV had the lowest pre-harvest grain moisture content when surface tillage was carried out to a depth of 8–10 cm (16.8 %). When the hybrid was grown on the basis of flat-cut tillage and plowing to a depth of 25–27 cm, the grain moisture content increased by 0.4 and 1.7 % (absolute), respectively. The grain of the mid-early ripening hybrid Orzhitsia 237 MV better released moisture on the background of plowing to a depth of 25–27 cm, and in the variants of moldboardless tillage, an increase in the moisture content by 0.8–1.2 % (absolute) was observed. A similar tendency was found in the middle-ripening hybrid Bystrytsia 400 MV. According to the results of the research, it was found that the early-ripening hybrid Kvitnevyyi 187 MV and the medium-early ripening hybrid Orzhitsia 237 MV formed the highest and almost the same yield (7.59 and 7.45 t/ha, respectively) with plowing and flat-cutting tillage to a depth of 25–27 cm. A significant decrease in the yield of these corn hybrids was observed with surface tillage by 8–10 cm. The difference in yield compared to the best tillage options was 0.26–0.40 and 0.21–0.23 t/ha, respectively. The medium-ripening hybrid Bystrytsia 400 MV formed the maximum yield (7.91 t/ha) when carrying out shelf cultivation to a depth of 25–27 cm. In the case of changing plowing for loosening the soil with flat-cutting tools to a similar depth or carrying out surface tillage to a depth of 8–10 cm, a significant decrease in grain yield was noted, respectively, by 0.64 and 0.95 t/ha or 8.1 and 12.0 %.

Keywords: Maize (*Zea mays* L.), shelf cultivation, no-shelf cultivation, depth of cultivation, grain moisture, yield.

Вплив способів основного обробітку ґрунту на урожайність гібридів кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу

В. В. Гангур | М. М. Маренич | Л. С. Єремко | А. М. Шостя | Д. О. Пузир | А. О. Кирлиця

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Кукурудза (*Zea mays* L.) завдяки важливим господарсько-цінним властивостям має різноманітне використання, зокрема як продовольча і зернофуражна, так і технічна культура (сировина для виробництва біоетанолу та біогазу). Дослідження, які проведено на дослідному полі Полтавської ДСГДС імені М. І. Вавилова впродовж 2022–2023 рр., свідчать, що у ранньостиглого гібрида Квітневий 187 МВ найнижча передзбиральна вологість зерна була за умови проведення поверхневого обробітку ґрунту на глибину 8–10 см (16,8 %). За умови вирощування гібрида на фоні плоскорізного обробітку та оранки на глибину 25–27 см вологість зерна зростає, відповідно на 0,4 і 1,7 % (абсолютних). Зерно середньораннього гібрида Оржиця 237 МВ краще віддавало вологу на фоні оранки на глибину 25–27 см, а на варіантах безпліцевого обробітку ґрунту спостерігали збільшення її вмісту на 0,8–1,2 % (абсолютних). Таку ж тенденцію виявлено і в середньостиглого гібрида Бистриця 400 МВ. За результатами досліджень виявлено, що ранньостиглий гібрид Квітневий 187 МВ та середньоранній Оржиця 237 МВ формували найвищу і практично однакову урожайність (відповідно 7,59 і 7,45 т/га) у разі проведення оранки та плоскорізного обробітку на глибину 25–27 см. Істотне зниження урожайності цих гібридів кукурудзи спостерігали за умови поверхневого обробітку на 8–10 см. Різниця в урожайності порівняно з кращими варіантами обробітку ґрунту становила, відповідно 0,26–0,40 і 0,21–0,23 т/га. Середньостиглий гібрид Бистриця 400 МВ максимальну урожайність (7,91 т/га) формував за умови проведення пліцевого обробітку на глибину 25–27 см. У разі заміни оранки на розпушування ґрунту знаряддями плоскорізного типу на аналогічну глибину або проведення поверхневого обробітку на глибину 8–10 см відзначено істотне зниження урожайності зерна, відповідно на 0,64 і 0,95 т/га або 8,1 і 12,0 %.

Ключові слова: Кукурудза (*Zea mays* L.), пліцевий обробіток, безпліцевий обробіток, глибина обробітку, вологість зерна, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Маренич М. М., Єремко Л. С., Шостя А. М., Пузир Д. О., Кирлиця А. О. Вплив способів основного обробітку ґрунту на урожайність гібридів кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 19–23.

Вступ

У групі зернових культур, які вирощують в межах України, важливе значення у забезпеченні продовольчої безпеки належить пшениці озимій та кукурудзі. Упродовж останніх років кукурудза (*Zea mays* L.) посідає друге місце серед сільськогосподарських культур за площею посіву і перше – за валовим збором зерна. Важливість цієї культури полягає у різнобічному її використанні, зокрема на кормові і харчові цілі, її використовують і як сировину для виробництва біоетанолу та біогазу.

Серед агротехнічних прийомів, за допомогою яких досягають підвищення реалізації генетично обумовленого потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема і кукурудзи, важлива роль належить технології обробітку ґрунту [3, 4]. Тривалі наукові дослідження в різних ґрунтово-кліматичних зонах свідчать, що обробіток ґрунту є тим агротехнічним заходом, який забезпечує цілеспрямований вплив на зміну агрофізичних показників ґрунту, його водний та поживний режими [14, 15, 17]. Починаючи із другої половини двадцятого сторіччя, у світовому землеробстві набули розвитку тенденції щодо перегляду традиційних підходів до формування технологій обробітку ґрунту, які передбачали можливість як зменшення глибини розпушування, так і скорочення кількості проходів агрегатів. У цей період набули поширення переконання щодо необхідності переходу на технології мінімального та нульового обробітку, головними перевагами яких є зменшення шкідливого антропогенного впливу на ґрунт та значне скорочення енерго-ресурсних витрат [2, 5, 10, 19, 22, 23].

Багаторічні результати досліджень, які одержано в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, свідчать про позитивний вплив глибокого основного обробітку ґрунту на покращення росту, розвитку рослин та кращій реалізації потенціалу продуктивності гібридів кукурудзи [8]. Низка науковців, відзначаючи переваги глибокого полицевого (оранка) або безполицевого (плоскорізний, чизельний та інші) обробітку ґрунту, зауважують, що ці способи порівняно із мілким або поверхневим виявилися і найбільш енерго- та ресурсовитратними. Наслідком цього стало істотне зниження показників ефективності господарювання в сучасних економічних умовах [1].

Дослідження С. В. Тараненка, Т. О. Чайки, Я. М. Тюпки [13] свідчать, що проведення поверхневого обробітку на глибину 12–14 см призводило до зниження зернової продуктивності кукурудзи на 1,61 т/га порівняно із полицевим. Автори зазначають, що за умови розпушування ґрунту знаряддями плоскорізного типу одержано практично такий же рівень урожайності зерна, як і за умови поверхневого обробітку.

У дослідях Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова спостерігали неоднакову реакцію гібридів кукурудзи різних груп стиглості на способи основного обробітку ґрунту. Так, у разі проведення поверхневого і плоскорізного обробітку ґрунту відзначено зниження урожайності зерна ранньостиглого гібриду ДН Патріот на 0,05–0,23 т/га, а середньораннього

гібрида ДН Фієста – на 0,17–0,58 т/га порівняно з полицевим обробітком. Водночас середньостиглий гібрид ДН Джулія мав найвищий рівень продуктивності на фоні поверхневого обробітку ґрунту. За умови плоскорізного та полицевого обробітку спостерігали зниження урожайності зерна, відповідно на 0,37 і 0,50 т/га або 4,9 і 6,6 %, відносно поверхневого способу обробітку ґрунту [9]. Таку ж закономірність видно і за результатами досліджень Сумського НАУ, які одержано впродовж 2018–2020 рр. Встановлено, що зернова продуктивність гібрида Донор (FAO 310) не зазнавала змін залежно від обробітку ґрунту, однак гібриди Зоряний (FAO 190) та Лелека (FAO 260) формували найвищу врожайність за умови оранки, істотно не реагуючи на проведення інших способів основного обробітку ґрунту [12].

Низка науковців відзначають, що за допомоги різних способів основного обробітку ґрунту можна дієво впливати на формування водного режиму ґрунтів, а наслідком цього є збільшення урожайності культури, яке забезпечується ефектом від використання ресурсу вологи [20, 21, 24].

Отже, проведений аналіз джерел наукової літератури свідчить, що серед науковців немає одноголосної думки щодо впливу різних способів, глибини основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Тому цей напрям досліджень є актуальним.

Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних способів основного обробітку ґрунту на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

Завдання дослідження: дослідити вплив способів основного обробітку ґрунту на передзбиральну вологість зерна у гібридів кукурудзи різних груп стиглості; вивчити вплив полицевого та безполицевого розпушування на зернову продуктивність гібридів кукурудзи.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на дослідному полі Полтавської ДСГДС імені М. І. Вавилова впродовж 2022–2023 рр. в умовах короткотермінового польового досліду. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, із вмістом гумусу в орному шарі ґрунту 4,1 %. Вміст основних елементів живлення такий: азоту, що легко гідролізується – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюрнімом та Кононовою); рухомого фосфору – 12,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою); рН сольової витяжки ґрунтового розчину – 6,2.

Загальна посівна площа ділянки становила 84 м², а облікової – 28,0 м². Повторність варіантів досліду триразова. Сівбу гібридів кукурудзи у досліді проводили широкорядним способом (ширина міжрядь 0,7 м). Норму висіву розраховували на кінцеву густоту рослин до часу збирання: для ранньостиглого гібрида Квітневий 187 МВ густота становила 60 тис. рослин/га, середньораннього гібрида

Оржиця 237 МВ – 55 тис. рослин/га, середньостиглого гібрида Бистриця 400 МВ – 50 тис. рослин/га. Розміщення варіантів і повторень у просторі рендомізоване. Технологія вирощування культури була загальноприйнята для сільськогосподарських підприємств Лівобережного Лісостепу, за винятком елементів, що вивчали.

Вологість зерна гібридів кукурудзи визначали перед збиранням урожаю термостатно-ваговим методом.

Облік урожайності насіння кукурудзи проводили суцільно з облікової площі ділянки шляхом ручного видалення качанів із подальшим їх обмолотом. Після цього качани підсушували до повітряно-сухого стану та проводили їх обтрушування для визначення виходу зерна. Урожайність зерна з облікової ділянки перераховували на один гектар за умови стандартної для культури вологості 14 %. Зважаючи на ці розрахунки, брали до уваги такі показники: урожайність качанів з облікової площі ділянки, передзбиральна вологість зерна, вихід зерна з качана.

Одержані експериментальні дані польового дослідження оброблено за методами дисперсійного і кореляційно-регресійного аналізу [16].

Результати та їх обговорення

Важливою господарсько-цінною ознакою вирощування кукурудзи є здатність зерна втрачати вологу під час достигання. Проведені дослідження свідчать про зміну значень вологості зерна на час збирання як за групами стиглості гібридів, так і за варіантами основного обробітку ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1

Передзбиральна вологість зерна у гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від способів основного обробітку ґрунту, % (середнє за 2022–2023 рр.)

Назва гібридів	Способи основного обробітку ґрунту		
	оранка на глибину 25–27 см	плоскорізнний обробіток на глибину 25–27 см	поверхневий обробіток на 8–10 см
Квітневий 187 МВ	18,5	17,2	16,8
Оржиця 237 МВ	16,2	17,0	17,4
Бистриця 400 МВ	21,6	22,5	22,3

Так, ранньостиглий гібрид Квітневий 187 МВ найнижчу передзбиральну вологість зерна формував на варіанті поверхневого обробітку ґрунту на глибину 8–10 см, де вона становила 16,8 %. У разі вирощування культури на фоні плоскорізного розпушування та оранки на глибину 25–27 см відзначено підвищення вологості зерна, відповідно на 0,4 і 1,7 % (абсолютних), порівняно з варіантом поверхневого обробітку. Зерно середньораннього гібрида Оржиця 237 МВ краще віддавало вологу на фоні оранки на глибину 25–27 см, де цей показник був найменшим. На варіантах безполицевого обробітку ґрунту спостерігали підвищення вологості зерна на 0,8–1,2 % (абсолютних), порівняно із оранкою. Таку ж тенденцію щодо зміни вологості зерна на час

збирання за варіантами основного обробітку ґрунту виявлено і в середньостиглого гібрида Бистриця 400 МВ, за винятком того, що абсолютні значення цього показника були значно вищими.

Аналіз результатів досліджень свідчить, що у середньому за варіантами основного обробітку ґрунту найнижчу вологість зерна на час збирання виявлено у середньораннього гібрида Оржиця 237 МВ – 16,9 %, а у ранньостиглого Квітневий 187 МВ і середньостиглого гібриду Бистриця 400 МВ – значення цього показника були вищими, відповідно на 0,6 і 5,2 % (абсолютних).

Остаточним результатом впровадження інноваційних агротехнічних заходів у технологію вирощування польових культур є досягнутий рівень урожайності. Експериментальні дані свідчать, що способи основного обробітку ґрунту мають істотний вплив на рівень зернової продуктивності гібридів кукурудзи (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив способів основного обробітку ґрунту на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості, т/га (середнє за 2022–2023 рр.)

Назва гібридів	Способи основного обробітку ґрунту		
	оранка на глибину 25–27 см	плоскорізнний обробіток на глибину 25–27 см	поверхневий обробіток на 8–10 см
Квітневий 187 МВ	7,59	7,45	7,19
Оржиця 237 МВ	7,59	7,57	7,36
Бистриця 400 МВ	7,91	7,27	6,96
НІР _{0,95}	фактор А (гібриди) – 0,20; фактор В (способи обробітку ґрунту) – 0,21; взаємодія факторів АВ – 0,36.		

Так, ранньостиглий гібрид Квітневий 187 МВ найбільш урожайним був за умови проведення під культуру оранки на глибину 25–27 см. За умови плоскорізного розпушування ґрунту на аналогічну глибину відзначено зниження урожайності на 0,14 т/га. Проте за результатами дисперсійного аналізу різниця за врожайністю між вищезазначеними варіантами основного обробітку ґрунту перебуває в межах НІР. Істотне зниження урожайності зерна цього гібрида кукурудзи спостерігали на варіанті поверхневого обробітку на глибину 8–10 см. Порівняно із попередніми варіантами основного обробітку різниця в урожайності становила 0,26–0,40 т/га.

Середньоранній гібрид Оржиця 237 МВ максимальну і практично однакову урожайність (відповідно 7,59 і 7,57 т/га) формував за умови проведення оранки та плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25–27 см. На фоні поверхневого обробітку ґрунту на глибину на 8–10 см відзначено істотне зниження урожайності зерна, яке порівняно із кращими варіантами становило 0,21–0,23 т/га.

Що стосується середньостиглого гібрида Бистриця 400 МВ, то за результатами польового експерименту відзначено більш виражену його реакцію на способи основного обробітку ґрунту.

Так, найвищу урожайність (7,91 т/га) цей гібрид кукурудзи формував за умови вирощування на фоні оранки на глибину 25–27 см. У разі проведення плоскорізного обробітку на аналогічну глибину спостерігали зниження урожайності зерна на 0,64 т/га або 8,1 %, відносно попереднього варіанту. Ще більшою була різниця за рівнем продуктивності між оранкою на 25–27 см та поверхневим обробітком на глибину 8–10 см, яка становила 0,95 т/га або 12,0 %.

Отже, результати досліджень свідчать, що ранньостиглий гібрид кукурудзи Квітневий 187 МВ та середньоранній Оржиця 237 МВ найвищий та практично однаковий рівень урожайності зерна формували за умови проведення оранки та плоскорізного розпушування ґрунту на глибину 25–27 см. Істотно нижчою була урожайність цих гібридів кукурудзи у разі поверхневого обробітку на 8–10 см. Різниця в урожайності порівняно з кращими варіантами обробітку ґрунту становила, відповідно 3,5–5,3 і 2,8–3,0 %. Середньостиглий гібрид Бистриця 400 МВ максимальну урожайність формував за умови оранки на глибину 25–27 см. Заміна оранки на плоскорізне розпушування на аналогічну глибину або проведення поверхневого обробітку на 8–10 см призводило до істотного зниження урожайності зерна.

У дослідках О. П. Якуніна, Л. І. Храмцова, О. В. Трубілова [18] також спостерігали зниження врожайності кукурудзи у разі зменшення глибини безпліцевого обробітку. Так, у разі обробітку на глибину 16–18 см урожайність зменшилася порівняно з контролем на 0,20 т/га, але більш значимим було зниження продуктивності культури за умови безпліцевого обробітку на 12–14 см (0,57 т/га).

В умовах Лівобережного Лісостепу України спостерігали зменшення урожайності зерна кукурудзи у разі заміни оранки на безпліцевий обробіток [7].

У дослідках, проведених у західній частині України, максимальну урожайність гібридів різних груп стиглості одержано на варіанті із традиційною системою основного обробітку ґрунту (11,16 т/га), а вирощування культури на фоні консервувального і мульчувального обробітку ґрунту призводило до зниження продуктивності, відповідно на 0,69 і 0,65 т/га [6]. Таку ж закономірність спостерігали і в польових дослідках С. В. Маслійова, А. М. Шевченка, Є. С. Маслійова [11].

Висновки

За результати досліджень встановлено, що ранньостиглий гібрид кукурудзи Квітневий 187 МВ та середньоранній Оржиця 237 МВ вищий рівень урожайності (відповідно, 7,59 і 7,45 та 7,59 і 7,57 т/га) формували за умови проведення оранки на глибину 25–27 см або заміни її плоскорізним розпушуванням на аналогічну глибину. Найбільш доцільним способом основного обробітку ґрунту для середньостиглого гібрида Бистриця 400 МВ є оранка на глибину 25–27 см, за результатами якої урожайність його є максимальною і становить 7,91 т/га. Поверхневий основний обробіток ґрунту на глибину 8–10 см

призводив до істотного зниження урожайності гібридів кукурудзи, що вивчали.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу способів і глибини основного обробітку ґрунту на агрофізичні показники та водоспоживання посівів.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Bakai, S. S., Hatsenko, S. V., & Zhovtonoha, M. M. (1996). Mezhi ekonomichnoi dotsilnosti vyrobnytstva zerna kukurudzy. *Biuletyn Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 2, 102–109. [in Ukrainian]
2. Verhunov, V. A. (2018). *Ukrainski ahrarni studii kniazia V. O. Kudasheva*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian]
3. Gangur, V. V., Yeremko, L. S., & Rudenko, V. V. (2021). The impact of cultivation technology elements on productivity formation in maize hybrids of different maturity groups. *Taurian Scientific Herald*, 117, 37–43. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.6>
4. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, Yu. M. (2017). Produktyvnyy korotkorotatsiynnykh sivozmin za maksimalnoi chastky v nykh soi ta kukurudzy pry vyroshchuvanni v umovakh nedostatnoho zvolozhennia livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 1-2, 313–319. [in Ukrainian]
5. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, Yu. M. (2015). Efekt minimalizatsii. *Farmer*, 5, 24–25. [in Ukrainian]
6. Dumych, V., Bova, D., & Krupych, O. (2023). Response of maize hybrids to tillage systems in Western Ukraine. *Technical and Technological Aspects of Development and Testing of New Machinery and Technologies for Agriculture of Ukraine*, 1 (32(46)), 162–172. [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2023-1-32\(46\)-14](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2023-1-32(46)-14)
7. Kovalenko, I. M., & Masyk, I. M. (2018). Vplyv tekhnolohii vyroshchuvannya kukurudzy na zerno na urozhainist ta ekonomichnu efektyvnist v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Tavriiskiyi Naukoviyi Visnyk. Seriya: Silskohospodarski Nauky*, 99, 67–76. [in Ukrainian]
8. Kostenko, Yu. V. (1995). Produktyvnyy hibrydiv kukurudzy, vyroshchuvanoi v zoni pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Byulletyn Instytutu Kukurudzy UAAN*, 80, 6–11. [in Ukrainian]
9. Len, O. I., Totyskiy, V. M., Hanhur, V. V., & Yeremko, L. S. (2021). The effect of fertilization system and primary soil tillage on the productivity of corn hybrids. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 52–58. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06>
10. Maliienko, A. M., & Havrylov, S. O. (2014). Nuloviy obrobitek hruntu – perspektyvy i shliakhy yoho zaprovadzhennia v Ukraini v svitli zahalnykh zakonimirostey rozvytku ahrarnykh tekhnolohii. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 79, 9–15 [in Ukrainian]
11. Masliiov, S. V., Shevchenko, A. M., & Masliiov, Ye. S. (2020). The influence of tillage on growth, development and yield of popcorn. *Taurian Scientific Herald*, 2 (116), 14–20. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.2.3>
12. Petrenko, S. (2020). Soil water regime in the fields of corn fields under different tillage practices. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 41 (3), 23–32. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2020.3.3>
13. Taranenko, S., Chaika, T. O., & Tiupka, Y. M. (2019). Agro-economic efficiency of different basic soil tillage methods on maize areas. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 66–72. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.08>
14. Tomashuk, O. V. (2018). Produktyvnyy posiv kukurudzy pid vplyvom riznykh system zemlerobstva v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 85, 63–70. [in Ukrainian]
15. Totyskiy, V. M., & Len, O. I. (2020). Corn hybride performance depending on fertilizers and basic tillage. *Plant Breeding and Seed Production*, 117, 199–205. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.207173>

16. Ushkarenko, V. O., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2008). Dyspersiyni analiz urozhainykh danykh polovykh doslidiv iz silskohospodarskomy kulturamy za riad rokov. *Tavrriiskiyi Naukoviyi Visnyk*, 61, 195–207. [in Ukrainian]
17. Filonenko, S. V. (2013). Formation of grain productivity of maize under different soil tillage. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 56–60. <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.03.09>
18. Yakunin, O. P., Khrantsov, L. I., & Trubilov, O. V. (2013). Vrozhainist zerna hibrydiv kukurudzy zalezno vid obrobritku hruntu i rivnia mineralnoho zhyvlenia. *Tavrriiskiyi Naukoviyi Visnyk*, 84, 144–149. [in Ukrainian]
19. Bonini Pires, C. A., Sarto, M. M., Lin, J. S., Davis, W. G., & Rice, C. (2020). Long-term effect of tillage practices and nitrogen fertilization on corn yield. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 6 (9). <https://doi.org/10.4148/2378-5977.7972>
20. Karbivska, U., Kurgak, V., Gamayunova, V., Butenko, A., Malynka, L., Kovalenko, I., Onychko, V., Masyk, I., Chyrva, A., Zakharchenko, E., Tkachenko, O., & Pshychenko, O. (2020). Productivity and quality of diverse ripe pasture grass fodder depends on the method of soil cultivation. *Acta Agrobotanica*, 73(3), 1–11. <https://doi.org/10.5586/aa.7334>
21. Karpenko, O. Yu., Rozhko, V. M., & Butenko, A. O. (2020). Influence of agricultural systems and basic tillage on soil microorganisms number under winter wheat crops of the Right-bank Forest-Deppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (5), 76–80. https://doi.org/10.15421/2020_209
22. Khorramian, M., & Ashraeizadeh, S. R. (2020). Effect of tillage methods on soil physical properties and water productivity of wheat cultivars in wheat-corn rotation. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 50 (9), 2193–2200. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2019.275599.668122>
23. Li, S., Wu, X., Liang, G., Gao, L., Wang, B., Lu, J., Abdelrhman, A. A., Song, X., Zhang, M., Zheng, F., & Degré, A. (2020). Is least limiting water range a useful indicator of the impact of tillage management on maize yield? *Soil and Tillage Research*, 199, 104602. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104602>
24. Vozhehova, R. A., Maliarchuk, M. P., Biliaieva, I. M., Markovska, O. Y., Maliarchuk, A. S., Tomnytskyi, A. V., Lykhovyd, P. V., & Kozyrev, V. V. (2019). The effect of tillage system and fertilization on corn yield and water use efficiency in irrigated conditions of the South of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 27 (2), 125–130. <https://doi.org/10.15421/011917>

ORCID

- V. Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>
- M. Marenych  <https://orcid.org/0000-0002-8903-3807>
- L. Yeremko  <https://orcid.org/0000-0001-5641-7436>
- A. Shostia  <https://orcid.org/0000-0002-1475-2364>



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

The impact of pre-sowing soybean seed preparation on yield capacity

I. Kobylynskyi  | O. Antonets

Article info

Correspondence Author

I. Kobylynskyi

E-mail:

super.ivan9518338@gmail.comPoltava State Agrarian
University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003, Ukraine

Citation: Kobylynskyi, I., & Antonets, O. (2023). The impact of pre-sowing soybean seed preparation on yield capacity. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 24–28. doi: 10.31210/spi2023.26.04.05

Soybean cultivation has a stable dynamics to increase both in Ukraine and all over the world taking into account the universality of using this crop in feed production, food and oil production industry. Thus, soybean yield increase becomes topical under limited land resources considering the necessity of decreasing chemical load on the environment, preserving and increasing soil fertility, supplying the population of different countries with food products having a high content of plant protein, etc. The purpose of the article is to study the methods of pre-sowing soybean seed treatment and their effect on the crop yield capacity. Pre-sowing soybean seed treatment is aimed at providing the seeds with the protection from pests and diseases, pathogens in the aggressive soil environment. Such treatment enables to obtain uniform and well-developed seedlings, which directly affects the preservation of varieties' yield potential. Soybean seeds are treated with inoculants, fungicidal and insecticidal disinfectants, micro-fertilizers, growth stimulants and their mixtures. It is considered that seed treatment with disinfectants is an important prerequisite for obtaining high-quality yield and profitable production as, under such treatment, it is possible to reduce crop losses from 50 to 65 %. The effectiveness of seed disinfection depends on the correct choice of the preparation considering variety characteristics, the forecast of pests and diseases' affection, and weather conditions. Pre-sowing soybean seed treatment with micro-elements and inoculants enables to increase the number of nitrogen-fixing bacteria nodules, ensure high sowing seed qualities (germination and seed emergence rate), enlarge leaf-area duration, increase individual productivity (the amount of soya beans and seeds per plant, seed weight per plant, thousand-seed weight) and yield, receive a higher content of protein, oil, and cellulose. Pre-sowing soybean seed treatment (especially inoculation) also assists in reducing the expenses on means of chemical protection and increases soil fertility

Keywords: inoculation, micro-elements, fungicides, insecticides, nitrogen-fixing bacteria, productivity.

Вплив способів передпосівної підготовки насіння сої на врожайність

I. В. Кобылинський | О. А. Антонєць

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Вирощування сої як в Україні, так і в усьому світі має стабільну динаміку до зростання, зважаючи на універсальність використання цієї культури у кормовиробництві, харчовій та олійній промисловості. Тому набуває актуальності збільшення врожайності сої в умовах обмежених земельних ресурсах з огляду на необхідність зменшення хімічного навантаження на довкілля, збереження та підвищення родючості ґрунтів, забезпечення населення різних країн продуктами харчування з високим вмістом рослинного білка тощо. Метою статті є дослідження методів передпосівної обробки насіння сої та їхнього впливу на врожайність культури. Передпосівна обробка насіння сої направлена на забезпечення насінин захистом від шкідників і хвороб, патогенів у агресивному ґрунтовому середовищі, дозволяє отримати рівномірні та добре розвинуті сходи, що прямо впливає на збереження потенціалу врожайності сортів. Насіння сої обробляють інокулянтами, фунгіцидним та інсектицидним протруйниками, мікродобривами, стимуляторами росту та їхніми сумішами. Вважається, що обробка насіння протруйниками є важливою передумовою отримання якісного врожаю та рентабельного виробництва, оскільки за такої обробки можна зменшити втрати врожаю від 50 до 65 %. Ефективність протруювання насіння залежить від правильного вибору препарату з огляду на сортові особливості, прогноз ураження шкідниками та хворобами, погодні умови. Передпосівна обробка насіння сої мікроелементами й інокулянтами дає змогу збільшити кількість бульбочок азотфіксуючих бактерій, забезпечити високі посівні якості насіння (схожість і енергію проростання насіння), збільшити площу листової поверхні, підвищити індивідуальну продуктивність (кількість бобів і насінин на 1 рослину, масу насіння з 1 рослини, масу 1000 насінин) і врожайність, отримати більший вміст білка, олії та клітковини. Також передпосівна обробка насіння сої (особливо інокуляція) сприяє зменшенню витрат на хімічні засоби захисту та підвищує родючість ґрунту.

Ключові слова: інокуляція, мікроелементи, фунгіциди, інсектициди, азотфіксуючі бактерії, продуктивність.

Бібліографічний опис для цитування: Кобылинський І. В., Антонєць О. А. Вплив способів передпосівної підготовки насіння сої на врожайність. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 24–28.

Зростання чисельності населення планети та збільшення споживання призвели до глобального збільшення попиту на продовольство, тоді як родючих сільськогосподарських угідь стає дедалі менше [1, 2]. Серед багатьох різноманітних стратегій адаптації до зміни клімату та підтримки вразливих верств населення (зазвичай у сільській місцевості), спрямованих на покращення засобів до існування фермерів, країни, що розвиваються, підтримують виробництво соєвих бобів завдяки її універсальності. В цьому відношенні соєві боби можуть бути як стратегією адаптації, так і стратегією пом'якшення клімату, що постійно змінюється [3, 4]. Наприклад, соя є однією з основних культур, що вирощується в усьому світі, що впливає на різні аспекти екосистеми, до найважливіших компонентів якої належать ґрунтова мікроба (ґрунтова біота, включаючи ризобії та мікоризні гриби) [5]. Оскільки соя є єдиним видом бобових, який можна асоціювати з ризобіями та арбускулярними мікоризними грибами, збільшується потенціал подальшого її вирощування.

Історично соя (*G. max* (L.) Merr.) походить з Китаю, є основним джерелом білка для людей, а також є високоякісним кормом для тварин. До того ж високий попит на виробництво сої пояснюється наявністю в соєвих бобах важливих харчових добавок і збільшеним споживанням. Соеві боби містять численні корисні компоненти, такі як ізофлавоїди, соєві білки, сапоніни та клітковину, кальцій, а також значні кількості вітамінів (А, В і С). Соевий білок має велику енергетичну цінність і містить усі незамінні амінокислоти. Дослідження доводять, що едамаме (edamame) багатий стеринами – речовинами, що зміцнюють імунну систему, захищають від раку, а також серцевих захворювань. Завдяки високому вмісту ізофлавоїдів населення, яке вживає соєві продукти, має меншу захворюваність на гормонозалежні ракові захворювання [6].

Світове виробництво сої на вересень 2023 року оцінюється на рівні 401,3 млн т, що на 4,1 % більше, ніж за весь 2022 рік [7, 8]. Найбільшими виробниками сої у світі є Бразилія (163 млн т або 41 %), Сполучені Штати Америки (112,8 млн т або 28 %), Аргентина (48 млн т або 12 %), Китай (20,5 млн т або 5 %), Індія (12 млн т або 3 %). Україна займає дев'яте місце у світовому виробництві сої з 4,8 млн т, що становить 1 % [7], хоча ця культура не відноситься до традиційних культур.

Отже, актуальність вирощування сої в сучасному світі пов'язана з багатьма факторами (кормовиробництво, харчування людей, відновлення ґрунтової біоти, пом'якшення впливу на клімат тощо) та потребує детального дослідження, особливо щодо збільшення її врожайності. Існують декілька складників процесу вирощування цієї культури, що впливають на її врожайність: генетика сорту, передпосівна обробка насіння, обробіток ґрунту та сівозна, захист від бур'янів, удобрення [9].

Передпосівна обробка насіння сої інокулянтами, мікроелементами, фунгіцидним та інсектицидним протруйниками забезпечує насінні захист від патогенів в агресивному ґрунтовому середовищі, дозволяє отримати рівномірні та добре розвинуті сходи, що прямо впливає на збереження потенціалу врожайності сортів [10].

Оскільки соя достатньо вибаглива до наявних поживних елементів, тому для реалізації потенційної врожайності сучасних сортів необхідно забезпечити її високу фізіологічну потребу в мікроелементах [11, 12], які з огляду на вартість та простоту використання найдоцільніше застосовувати у вигляді мікродобрив [13].

Використання мікроелементів для розвитку сої сприяє поліпшенню обміну речовин, забезпечує проходження біохімічних і фізіологічних процесів при нормальних умовах, впливає на процес синтезу хлорофілу та збільшує швидкість (інтенсивність) фотосинтезу [14]. Також мікроелементи сприяють підвищенню стійкості рослин до несприятливих погодних умов (перепаду температур, дефіциту вологи у ґрунті), захисту рослини від значної кількості бактеріальних і грибкових хвороб, що підвищує їхній імунітет [15]. Найбільш ефективним способом щодо використання мікродобрив на сої є передпосівна обробка її насіння [16].

Так, за результатами польових досліджень визначено позитивний вплив передпосівної обробки насіння сої мікроелементами на польову схожість і густоту рослин у посівах [17]. Завдяки передпосівній обробці насіння сої сумішшю нітродара з мікроелементами ми маємо такі показники: вдвічі більшу кількість бульбочок азотфіксуючих бактерій у фазі гілкування на рослинах сої; збільшення їх маси, що призводить до покращення розвитку рослин і підвищення їхньої продуктивності [18].

За результатами досліджень [19] отримано позитивний вплив застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння сої на формування компонентів структури врожаю. Так, залежно від застосування мікродобрив висота прикріплення нижніх бобів різних дослідних сортів сої перебувала в межах 13,2–15,9 см. Завдяки передпосівній обробці насіння Актив Корн Бобовий було отримано найбільшу кількість бобів на одній рослині (15,9–16,7 шт.) та масу 1000 насінин (167,3–190,5 г). Приріст урожайності залежав від сортового складу та використаних мікродобрив: ВУКСАЛ КоМо Active – 0,22–0,28 т/га; Нано-мінераліс – 0,47–0,56 т/га; Актив Корн Бобовий– 0,58–0,70 т/га.

Заслуговеє на увагу дослід передпосівної обробки насіння сої біологічно активними сполуками Lignohumate B (суміш гумінових і фульвокислот), Lexin (суміш гумінових і фульвокислот, збагачена ауксинами), брасиностероїдом (фітогормони, синтетичний аналог природного епібрасиноліду 24) і комплексною обробкою насіння (суміш насиченого розчину сахарози, Lexin, фунгіциду Maxim XL 035 FS та

ПАР на основі пінолену Agrovital). Чотирирічні дослідження довели позитивний вплив усіх обробок на параметри насіння (лабораторну схожість, енергію проростання насіння, польові сходи та масу 1000 насінин) і врожайність сої [20]. Також насіння сої аналізували на вміст олії, білка та клітковини після окремих обробок. Результати свідчать, що найефективнішим методом виявилася комплексна обробка насіння, яка порівняно з необробленим варіантом значно підвищила не лише врожайність, а і вміст олії в насінні [21].

Доцільно також зазначити, що важливим резервом підвищення врожайності сої є проведення інокуляції, що передбачає обробку насіння препаратами чистих культур азотфіксуючих мікроорганізмів. Оскільки соя, як всі бобові культури, містить азотфіксуючі бульбочкові бактерії (а саме – *Bradyrhizobium japonicum*), то завдяки проведеній обробці відбуваються складні біохімічні процеси, які сприяють колонізації кореню рослини на стадії розвитку цієї бактерією. Сформовані бульбочкові бактерії на кореневій системі сої у поєднанні з азотфіксуючими бактеріями сприяють засвоєнню азоту з різних джерел, зокрема і з повітря [22, 23].

Однак є певні умови, за яких після інокуляції насіння забезпечується ефективно фіксування азоту з повітря та переведення його в доступну для рослини іонну форму: достатня аерація ґрунту; рН ґрунтового розчину – 5,5–8,8; середній вміст фосфору – не менше 5,2 мг/100 г [22].

За умови здійснення правильної інокуляції біологічна азотфіксація сої здатна забезпечити повне покриття потреб культури в азотних добривах. Стверджується, що інокуляція сприяє зростанню врожайності зерна на 12 % і концентрації білка на 40–60 %, що сприяє збільшенню ціни на сою [24, 25]. Експерти також зазначають, що за умови вирощування сої у несприятливих ґрунтових і кліматичних умовах, необхідно здійснювати подвійну інокуляцію насіння: відразу після протруєння насіння вносити повну норму в рідкій формі; перед засипанням до бункера сівалки – половину норми в сухій формі [26]. Таким чином, інокуляція насіння сої за допомогою рідких форм препаратів може поєднуватися з інсектицидними або фунгіцидними протруйниками, обробкою насіння мікроелементами.

Передпосівна обробка насіння сої може здійснюватися також стимуляторами росту. Так, наприклад застосування біостимулятора Rhizostim [27] й інокулянта Optimize 400 [28] достовірно підвищувало схожість насіння за умови внесення фосфорно-калійних добрив і без добрив на 2,4–3,6 %. Внесення азотних добрив спричиняло суттєве зниження польової схожості насіння сої порівняно з абсолютним контролем на 2,6 %, а фосфорно-калійне, навпаки, підвищувало цей показник на 3,5 %. Достовірно позитивно вплинуло внесення азотних добрив на формування маси рослин, де вона зростає порівняно з абсолютним контролем на 9,4 г, що становило 25,6 %. Більша маса рослин формувалася у варіантах

із комплексним внесенням азотних добрив і біопрепаратів (47,0–47,5 г). Внесення азотних добрив спричинило зменшення кількості бульбочок порівняно з абсолютним контролем на 14,0 шт., що становило 32,1 %. За умови внесення фосфорно-калійних добрив, навпаки, відбулося збільшення кількості бульбочок на 15,3 шт., або на 35,1 %. Найвища продуктивність була при застосуванні біопрепаратів з фосфорно-калійним добривом (2,79–2,83 т/га), приріст урожайності порівняно з абсолютним контролем становив 10,3–11,9 % [29].

Під час досліджень [30] визначено, що інокуляція насіння сої бактеріальними препаратами Ризоактив і Фосфоентерин як окремо, так і їхньою сумішшю на фоні без удобрення показало позитивний вплив на індивідуальну продуктивність дослідних сортів сої (відсоткове збільшення відповідно до контролю за препаратами):

- кількість бобів на 1 рослину: 13,2–46,8; 8,6–36,3; 25,0–61,3;

- кількість насінин з 1 рослини: 30,1–37,4; 25,3–30,8; 44,5–47,2;

- маса насіння з 1 рослини: 36,8–45,0; 30,4–38,6; 57,2–59,1;

- маса 1000 насінин: 5,0–5,5; 3,9–5,6; 8,4–8,7.

Отже, найбільшу ефективність виявлено за умови поєднання азотфіксуючих і фосформобілізуючих бактерій.

За результатами [31] інокуляція насіння сої Legume Fix [32] на фоні без підкореневого підживлення сприяла підвищенню: урожайності – на 5,6–7,4 %; вмісту білка – на 1,8–3,9 %; вмісту жиру – 3,2–9,9 %. Використання цього ж інокулянта за умови органічної технології вирощування показало збільшення відносно контролю: висоти прикріплення бобів на 4,0 %; кількості бобів на 1 рослині – на 2,7–5,1 %; кількості насінин у бобі – 4,5–8,7 %; кількості насінин з 1 рослини – на 12,1–16,6 %; маси насіння з 1 рослини – на 15,9–22,1 %; маси 1000 насінин – на 4,5–4,7 %; врожайності – на 12,4–16,1 % [33].

У дослідженні [34] визначено, що інокуляція насіння позитивно впливає на площу листової поверхні рослин сої. Так, відбулося зростання до 36,5±6,6 тис. м²/га на варіанті з Біоінокулянтом БТУ, до 33,7±6,0 тис. м²/га з Різалайном і до 34,9±6,7 тис. м²/га з Андерізом. До того ж контрольні зразки без інокуляції мали площу листової поверхні рослин у межах 31,1±5,3 тис. м²/га. Згідно з дослідженням [35], інокуляція насіння сої ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender дає додатково 0,6–2,5 тис. м²/га приросту площі листової поверхні посівів різних сортів сої.

Необхідно зазначити, що у світі останнім часом агропромисловість для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема й сої, все більше використовують методи екологічного (органічного) землеробства [36, 37]. Оскільки масове використання хімічних добрив і засобів захисту рослин завдає значної шкоди довкіллю, призводить до деградації

ґрунтів [38] і сприяє появі популяцій шкідників, стійких до дії хімічних засобів, передпосівна обробка насіння сої має бути основним елементом технології її вирощування.

Висновки

Метою проведеного огляду доступних наукових літературних джерел було здійснення всебічного аналізу існуючих методів передпосівної обробки насіння сої та їх впливу на врожайність культури. З літературних джерел встановлено, що передпосівна обробка насіння сої направлена на забезпечення насінин захистом від шкідників і хвороб, патогенів у агресивному ґрунтовому середовищі, дозволяє отримати рівномірні та добре розвинуті сходи, що прямо впливає на збереження потенціалу врожайності сортів. Насіння сої обробляють інокулянтами, фунгіцидним та інсектицидним протруйниками, мікроелементами, стимуляторами росту та їх сумішами. Передпосівна обробка насіння сої мікроелементами й інокулянтами дає змогу збільшити кількість бульбочок азотфіксуючих бактерій, забезпечити високі посівні якості насіння, підвищити індивідуальну продуктивність і врожайність, отримати більший вміст білка, олії та клітковини. Також передпосівна обробка насіння сої (особливо інокуляція) сприяє зменшенню хімічного навантаження на довкілля та підвищує родючість ґрунту.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Rulli, M. C., Savori, A., & D'Odorico, P. (2013). Global land and water grabbing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110 (3), 892–897. <https://doi.org/10.1073/pnas.1213163110>
2. Yu, Y., Feng, K., & Hubacek, K. (2013). Tele-connecting local consumption to global land use. *Global Environmental Change*, 23 (5), 1178–1186. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.04.006>
3. Siamabele, B. (2021). The significance of soybean production in the face of changing climates in Africa. *Cogent Food & Agriculture*, 7 (1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2021.1933745>
4. Climate change in Africa: The threat to agriculture. (2009). *Food and Agriculture Organization*. Retrieved from: <https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/fao34.pdf>
5. Pagano, M. C., & Miransari, M. (2016). The importance of soybean production worldwide. *Abiotic and Biotic Stresses in Soybean Production*, 1–26. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-801536-0.00001-3>
6. Cultivation instructions: soybean – edamame. (2022). Retrieved from: <https://www.globalbean.eu/wp-content/uploads/sites/2/2022/07/Soybean-Cultivation-instructions-ENG-v.2.pdf>
7. Soybean 2023 World Production. (2023). *The Foreign Agricultural Service*. Retrieved from: <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2222000>
8. World soybean production. *The Soybean Processors Association*. Retrieved from: <https://www.sopa.org/statistics/world-soybean-production>

9. Adamen, F. F., Vergunov, V. A., & Lazer, P. N. (2006). *Agrobiologicheskie osobennosti vozdelevaniya soi v Ukraine*. Kyiv: Agrarna nauka [in Russian]
10. Stepanchuk, L. (2023). Peredposivna obrobka nasinnia soi mikrobnymy katalizatoramy pokrashchuie zdorovia ta produktyvnist kultury. *The Ukrainian Farmer*. Retrieved from: <https://agrotimes.ua/article/peredposivna-obrobka-nasinnia-soyi> [in Ukrainian]
11. Artemenko, S. (2017). Try kroky do uspishnoho vyroshchuvannia soi. *Propozytsiia*, 5, 72–76. [in Ukrainian]
12. Ohurtsov, Ye. M. (2008). *Soia u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy*. Kherson [in Ukrainian]
13. Avramenko, S., Manko, K., Sheliakin, V., & Bobrov, O. (2016). Udobrennia soi: novi pidkholdy. *Propozytsiia*, 4, 66–68. [in Ukrainian]
14. Kapitanska, O. (2017). Zbalansovane zhyvlennia – zaporuka formuvannia stresostiikosti roslyn. *Propozytsiia*, 3, 98–99. [in Ukrainian]
15. Adamenko, S. M., & Kostyushko, I. P. (2015). Pidzhyvlennia soi ta soniashnyka. *Ahronom*, 2, 58–61. [in Ukrainian]
16. Holik, H. A., & Chernysh, M. O. (2007). Mikrodobryva – yakisno novyi pidkhid u zhyvlenni roslyn. *Ahrovisnyk Ukraina*, 2 (14), 26–27. [in Ukrainian]
17. Shevnikov, M. Ya. (2006). Vplyv mikroelementiv na produktyvnist soi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 21–24. [in Ukrainian]
18. Dymyrov, V. H. (2017). Osoblyvosti formuvannia ploskhi lystkovoho aparatu ta fotosyntetychnoho potentsialu ultraskorostyhykh sortiv soi. *Ahrobiolohiia*, 2 (135), 70–76. [in Ukrainian]
19. Shovkova, O. V., & Korotych, Y. V. (2021). Effectiveness of micro-fertilizers for pre-sowing soybean seed treatment. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 98–102. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.12>
20. Procházka, P., Štranc, P., Pazderů, K., & Štranc, J. (2016). The influence of pre-sowing seed treatment by biologically active compounds on soybean seed quality and yield. *Plant, Soil and Environment*, 62 (11), 497–501. <https://doi.org/10.17221/570/2016-pse>
21. Procházka, P., Štranc, P., Pazderů, K., Štranc, J., & Vostřel, J. (2017). Effects of biologically active substances used in soybean seed treatment on oil, protein and fibre content of harvested seeds. *Plant, Soil and Environment*, 63 (12), 564–568. <https://doi.org/10.17221/702/2017-pse>
22. Martynenko, O. (2016). 5 ahrotekhnichnykh pryiomiv, yaki dopomozhut ahronomu otrymaty vyshchyi urozhai soi. *Super-Ahronom*. Retrieved from: <https://superahronom.com/articles/17-agrotekhnichni-priyomi-dlya-zbilshennya-vroжайnosti-soyi> [in Ukrainian]
23. Jarecki, W. (2023). Soybean Response to Seed Inoculation or Coating with Bradyrhizobium japonicum and Foliar Fertilization with Molybdenum. *Plants*, 12 (13), 2431. <https://doi.org/10.3390/plants12132431>
24. Von Beesten, F., Miersch, M., & Recknagel, J. (2019) Inoculation of soybean seed. *Legumes Translated Practice Note 1*. Retrieved from: <https://orprints.org/id/eprint/39224/4/von-beesten-et-al-2019-inoculation-en.pdf>
25. Soya. *Legume technology*. Retrieved from: <https://legumetechnology.co.uk/crop-type/soya>
26. Inokuliatyia pidvyshchuie vrozhainist soi pry minimalnykh opadakh: eksperty kompanii Vitagro Partner. Retrieved from: https://vitagro-partner.com.ua/press_release/jak-zibraty-vdalayi-vrozhai-soi [in Ukrainian]
27. Fertilizer Water soluble Liquid Rhizostim 1 lt. *Agroland*. Retrieved from: <https://www.e-agroland.gr/en/store-en/new-arrivals/fertilizer-water-soluble-liquid-rhizostim-1lt.htm>
28. Optimaiz® 400. *Bayer Crop Science Ukraine*. Retrieved from: <https://www.cropscience.bayer.ua/Products/Seed-Treatment/Optimaiz-400> [in Ukrainian]
29. Shepilova, T., Petrenko, D., Skynnik, I., Karpushyn, S., & Leshchenko, S. (2020). Soybean productivity depending on fertilizers in the northern steppe of Ukraine. *Research on Crops*, 21 (1), 65–69.

30. Temriienko, O. O. (2017). Formuvannia indyvidualnoi ta nasinievoi produktyvnosti soi zalezno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia v umovakh lisostepu pravoberezhnoho. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 84, 141–149. [in Ukrainian]
31. Hadzovskiy, H. L., Novytska, N. V., & Martynov, O. M. (2020). Yield and quality of soybeans grain under influence of inoculation and foliar top dressing. *Taurian Scientific Herald*, 111, 44–48. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.5>
32. Inokuliant Lehum Fiks (Legume Fix). *AhroAntal*. Retrieved from: <https://agroantal.com.ua/product/legume-fix-29373> [in Ukrainian]
33. Chaika, T. O., Liashenko, V. V., & Khomenko, B. S. (2023). Vplyv inokuliatсии nasinnia na vrozhaunist soi za orhanichnoi tekhnolohii vyroshchuvannia. *Tavriiskiyi naukoviyi visnyk*, 133, 145–152. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.24> [in Ukrainian]
34. Didur, I. (2022). The influence of pre-sowing treatment of seed and extra-root nutrition on the dynamics of formation of the leaf surface area of soybean plants. *Agriculture and Forestry*, 5–14. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-1>
35. Dzhehesiuk, O. V., Kalenska, S. M., & Novytska, N. V. (2016). Formation of leaf surface under the influence of soybean inoculation and feed. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 6–10. <https://doi.org/10.31210/visnyk2016.03.01>
36. Chaika, T. O., & Ponomarenko, S. V. (2015). Tekhnoloho-ekonomichni osoblyvosti vyroshchuvannia orhanichnoi soi ta ozymoi pshenytsi na furazh. *Visnyk Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 1, 100–105. [in Ukrainian]
37. Chaika, T. O., & Bikbaiev, I. M. (2014). Efektyvnist vyroshchuvannia orhanichnoi soi ta pshenytsi na furazh. *Ahrarniyi Biuletyn*, 13 (34), 21–23. [in Ukrainian]
38. Chaika, T. O. (2013). Environmental consequences of traditional agriculture. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 95–99. <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.03.18>

ORCID

- I. Kobylinskyi  <https://orcid.org/0009-0002-8101-2056>
 O. Antonets  <https://orcid.org/0000-0001-6741-9023>



2023 Kobylinskyi I. and Antonets 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.

Growth, development, and formation of corn hybrids' plants of different ripening groups depending on plant stand density

O. Kutsenko | V. Liashenko✉ | L. Keda

Article info

Correspondence Author

V. Liashenko

E-mail:

viktor.liashenko@ukr.netPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda St., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine

Citation: Kutsenko, O., Liashenko, V., & Keda, L. (2023). Growth, development, and formation of corn hybrids' plants of different ripening groups depending on plant stand density. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 29–35. doi: 10.31210/spi2023.26.04.06

The study was conducted as to establishing the conformities to the natural laws of agro-ecosystems' structure of modern corn hybrids belonging to various ripening groups depending on plant stand density, at which the maximal manifestation of their productivity genetic potential is achieved. The research was conducted during 2019–2021 in field conditions on the farm of Shylyvka village council, Poltava region. Modern corn hybrids of three ripening groups were taken as materials for the investigation: Belami early-ripening, Tonifi KC mid-early-ripening, and Poesi KC mid-ripening. The study of phenological characteristics has shown that the duration of inter-phase periods and the crop vegetative period almost did not change under the effect of plant stand density (only on 1–2 days), but depended on the hybrids' biological characteristics and weather conditions. It has been determined that plant height indicator depends on weather conditions of the corn vegetative period, but not only on the hybrid's seeding density and its biological peculiarities. The highest indicators of linear growth were fixed in the plants of Belami hybrid at the density of 75 thou/ha (193.1 cm), Tonifi KC – 70 thou/ha (226.2 cm), and Poesi KC – 75 thou/ha (227.9 cm). It has been found that during the research years, overcrowding of sown areas leads to increasing the height of ear attachment in all the studied hybrids, which, on the average, was by 4.6 % more for Belami (at the density of 65–85 thou/ha); for Tonifi KC – by 4.4 % (at the density of 60–80 thou/ha); and by 4.2 % for Poesi KC (at the density of 65–85 thou/ha). Also, the height of ear attachment depends on plant height, and it is the largest in Poesi KC hybrid (88.3–92.2 cm) and the minimal in Belami (82.5–86.5 cm). In case of overcrowding, corn ear linear sizes decreased from the minimal to the maximal in Belami – by 3.4 %, Tonifi KC – by 5.5 %, Poesi KC – by 7.3 %, and grain weight per ear – by 12.1, 15.6, and 20.4 %, respectively. According to the obtained results, the optimal plant stand density of the studied hybrids was determined for receiving the maximal yield: 75 thou/ha for Belami, 70 thou/ha for Tonifi KC, and 75 thou/ha for Poesi KC.

Keywords: inter-phase periods, overcrowding, plant height, productivity, yield.

Ріст, розвиток та формування продуктивності рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння

O. М. Куценко | В. В. Ляшенко | Л. Ю. Кеда

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Проведено дослідження щодо встановлення закономірностей структури агроценозів сучасних гібридів кукурудзи різних груп стиглості відповідно до густоти стояння рослин, за яких досягається максимальна реалізація генетичного потенціалу їхньої продуктивності. Дослідження проведено протягом 2019–2021 років у польових умовах фермерського господарства Шилівської сільської ради Полтавської області. Матеріалом дослідження обрано сучасні гібриди кукурудзи трьох груп стиглості: ранньостиглий Белама, середньоранній Тоніфі КС, середньостиглий Поезі КС. Дослідження фенологічних особливостей засвідчило, що тривалість міжфазних періодів і періоду вегетації культури майже не змінювались під впливом густоти стояння рослин (лише на 1–2 дні), а залежали від біологічних особливостей гібридів і погодних умов. Визначено, що показник висоти рослин залежить від погодних умов періоду вегетації кукурудзи, а не тільки від густоти посіву та біологічних особливостей гібрида. Найвищі показники лінійного росту були зафіксовані у рослин гібридів Белама за густоти 75 тис./га (193,1 см), Тоніфі КС – 70 тис./га (226,2 см), Поезі КС – 75 тис./га (227,9 см). Виявлено, що загущення посівів призводить до підвищення висоти прикріплення качана у всіх досліджуваних гібридів, що в середньому за роки досліджень становило для гібридів: Белама (за густоти 65–85 тис./га) – на 4,6 %; Тоніфі КС (60–80 тис./га) – на 4,4 %; Поезі КС (65–85 тис./га) – на 4,2 %. Також висота прикріплення качанів залежить від висоти рослин і є найбільшою у гібрида Поезі КС (88,3–92,2 см) та мінімальною у Белама (82,5–86,5 см). За загущення посіву зменшувались лінійні розміри качана від мінімального до максимального у гібридів Белама – на 3,4 %, Тоніфі КС – на 5,5 %, Поезі КС – на 7,3 %, а маса зерна з качана – на 12,1, 15,6 і 20,4 % відповідно. Згідно з одержаними результатами визначена оптимальна густота стояння досліджуваних гібридів для отримання максимальної урожайності для: Белама – 75 тис./га, Тоніфі КС – 70 тис./га, Поезі КС – 75 тис./га.

Ключові слова: міжфазні періоди, загущення посівів, висота рослин, продуктивність, урожай.

Бібліографічний опис для цитування: Куценко О. М., Ляшенко В. В., Кеда Л. Ю. Ріст, розвиток та формування продуктивності рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 29–35.

Вступ

Підвищенню та стабілізації врожаїв зерна кукурудзи, зміцненню зернофуражного та продовольчого балансу України сприяє впровадження у виробництво нових гібридів і засобів їх вирощування та встановлення для них оптимальної густоти стеблостою, а саме: адаптація гібридів до специфіки погодних і виробничих умов, недотримання гібридного складу та технології їх вирощування стримує одержання стабільних і високих урожаїв зерна кукурудзи у виробництві [1, 2].

Зв'язок між урожайністю та густиною посіву (кількістю одиниць площі рослин) становить значний агрономічний інтерес [3–5]. Зрозуміло, що залежний від щільності вплив на врожайність зумовлений конкуренцією між сусідніми рослинами за необхідні природні ресурси. Існує основне припущення, що рослина, розташована на певній ділянці, змушена отримувати поживні речовини лише з безпосередньої близькості, і ця зона може бути більшою, ніж розмір фактичної рослини як на поверхні, так і в землі [6, 7].

Відповідно до досліджень С. О. Добровольського [8] як зменшення, так і збільшення норм висіву насіння негативно впливає на врожайність зерна кукурудзи. Результати цих дослідів свідчать, що залежно від норм висіву насіння істотних змін польової схожості та тривалості періоду від сходів до кушення не спостерігалось.

Зважаючи на всі особливості ґрунтово-кліматичної зони, встановлюється найдоцільніша густина посівів кукурудзи відповідно до її групи стиглості [9]. Вона може коливатися залежно від біотипів і зони вирощування від 25 до 70 тис./га [10]. Відповідно до результатів Полтавської ДСГДС імені М. І. Вавилова [9] для регіону були встановлені оптимальні густоти стояння рослин для забезпечення максимальної продуктивності гібридів кукурудзи (ранньостиглі – 65–70 тис./га, середньоранні – 55–60 тис./га, середньостиглі – 45–50 тис./га).

За даними Л. С. Єремко [11], які отримані на Генічеській дослідній станції, для максимальної урожайності посіву оптимальна густина стояння рослин в умовах зрошення для ранньостиглих становила 80–90 тис./га, середньоранніх і середньостиглих – 70 тис./га та 60 тис./га. Водночас вологість зерна зменшилася до 21,5 і 24,5 %. Саме через це вибір найкращої густоти стояння рослин дозволить одержувати вищі врожаї з меншою вологістю зерна, у зв'язку з чим затрати на післязбиральне досушування значно знизяться.

У дослідженнях Г. П. Жемели та ін. [12] встановлено залежність тривалості міжфазних періодів та періоду вегетації гібридів кукурудзи від їх біологічних особливостей та погодних умов і майже не змінювалася під впливом густоти стояння рослин. Водночас за даними [13] максимальний рівень урожайності гібридів залежить від густоти та типу

стиглості: для середньостиглого – за 70 тис./га, середньораннього – 60–70 тис./га.

У результаті досліджень [14] з'ясовано, що через загушення посівів зменшуються показники індивідуальної продуктивності. Отже, визначення найкращої густоти посіву для різних за стиглістю гібридів кукурудзи, зважаючи на агроecологічні умови, є головним чинником зростання вироблення товарного зерна.

Досить важливим фактором при вивченні густоти стояння рослин є характер поширення кореневої системи по радіусу у ґрунтових шарах у поєднанні з максимальним проникненням у глибину, який забезпечує продуктивність рослин. При вивченні густоти гібридів кукурудзи в умовах північної Степової зони Ю. І. Ткаліч [15] довів, що коренева система розвивалася повільніше при збільшенні густоти стояння рослин. Водночас згідно з дослідями Є. В. Деряги [16] у східному Степу при загущенні посівів гібридів кукурудзи різних груп стиглості відбувається зменшення товщини стебла.

У північній Степовій зоні ранньостиглий і середньоранній гібриди сформували найвищу врожайність на не удобреному фоні при густоті стояння 50 тис./га, для середньораннього та середньопізнього – 30–40 тис./га, а з унесенням добрив – при 40 тис./га. При оптимальній густоті стояння рослин зі внесенням мінеральних добрив збільшується урожайність гібридів усіх груп стиглості [17].

Отже, актуальною проблемою, що постає перед виробництвом останніми роками, є встановлення диференційованої густоти сучасних гібридів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах задля реалізації свого генетичного потенціалу продуктивності [18–20].

Мета дослідження

Мета дослідження полягає у встановленні закономірностей структури агроценозів сучасних гібридів кукурудзи різних груп стиглості відповідно до густоти стояння рослин, за яких досягається максимальна реалізація генетичного потенціалу їх продуктивності.

Завдання дослідження:

- провести фенологічні спостереження та дослідити динаміку росту, розвитку рослин і формування продуктивності гібридів кукурудзи відповідно до густоти стояння рослин;
- встановити індивідуальну продуктивність рослин;
- науково обґрунтувати взаємозв'язок між урожайністю, густиною стояння рослин та тривалістю вегетаційного періоду гібридів кукурудзи.

Матеріали і методи

Дослідження було проведено впродовж 2019–2021 років у польових умовах СФГ «Фаворит» Шилівської сільської ради Полтавського району

Полтавської області. Матеріалом дослідження обрано сучасні гібриди кукурудзи лінійки «Causade Semences» трьох груп стиглості: ранньостиглий Бела́мі, середньоранній Тоні́фі КС, середньостиглий Поезі КС [21].

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий середньогумусний з такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в шарі 0–20 см – 4,95 %, в шарі 20–40 см – 3,73 % і на глибині до 160 см – 0,49 % [22].

У досліді використано загальноприйняту техно-логію вирощування кукурудзи для ґрунтово-кліматичної зони. Кукурудза розміщувалась у ланці сівозміни: соя – озима пшениця – кукурудза. Для боротьби з бур'янами внесено гербіциди АХ 900 (2,5 л/га) та Прайм (0,5 л/га). Ранньовесняний обробіток ґрунту зводився до закриття вологи та вирівнювання ґрунту, передпосівний – проводили комбінованими агрегатами типу «Європак». Сівбу виконували сівалкою точного висіву KUNN PLANTER з налаштуванням необхідної густоти. Протягом вегетації не проводили міжрядних обробітків.

Поставлені завдання виконували експериментальним методом у польових дослідях згідно з методикою Державного сортопробування сільськогосподарських культур [23] і «Методикою польового досліді» [24, 25]. Площа посівної ділянки – 158,4 м² (36 м × 4,4 м), облікової – 108,0 м² (36 м × 3,0 м). Повторність – трикратна.

Таблиця 2

Тривалість міжфазних періодів вегетації гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин, діб (середнє за 2019–2021 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Тривалість періодів			
		сівба – сходи	сходи – цвітіння волотей	цвітіння волотей – повна стиглість	сходи – повна стиглість
Бела́мі	65	10,7	55,7	64,0	119,7
	70				
	75				
	80				
	85				
Тоні́фі КС	60	10,7	62,0	69,3	131,3
	65				
	75				
	80				
Поезі КС	65	10,7	67,3	80,7	148,0
	70				
	75				
	80				
	85				

Гібрид Бела́мі виявився достатньо пластичним до змін густоти стояння культури, і це не вплинуло на зміну кількості діб між фазами розвитку та вегетацію загалом.

Варто зазначити, що із загущенням посіву тривалість періоду сходи – цвітіння волотей збільшувалась у гібрида Тоні́фі КС залежно від густоти від 62,0 до 63,7 діб, у гібрида Поезі КС – від 67,3 до 68,3 діб. Своєю чергою, у гібрида Бела́мі тривалість цього періоду незалежно до зміни густоти стояння становила 55,7 днів.

Дослідження впливу густоти рослин перед збиранням виконано за схемою наведеною у таблиці 1.

Таблиця 1

Схема досліді

Групи скоростиглості та назва гібридів кукурудзи	Густота стояння рослин перед збиранням, тис./га				
Ранньостиглий (ФАО 200) Бела́мі	65	70	75	80	85
Середньоранній (ФАО 260) Тоні́фі КС	60	65	70	75	80
Середньостиглий (ФАО 300) Поезі КС	65	70	75	80	85

Результати та їх обговорення

Під впливом густоти стояння та погодних умов розвиток рослин кукурудзи за роками в межах одного гібрида проходив з різною інтенсивністю. Проведені дослідження підтверджують, що середній мінімальний показник періоду вегетації за 2019–2021 роки досліджень спостерігався у ранньостиглого гібрида Бела́мі (119,7 діб), більш тривалий – у середньо-раннього Тоні́фі КС (131,3–132,7 діб), найтриваліший – середньостиглий Поезі КС (148,0–151,0 діб).

Після збільшення густоти рослин спостерігали подовження періоду вегетації гібридів Тоні́фі КС та Поезі КС відповідно на 1,4 та 3,0 діб (табл. 2).

У всіх гібридів тривалість періоду від цвітіння волотей до повної стиглості змінювалася мало і була в межах 1–2 діб. У досліджуваних гібридів найкоротший період сходи – цвітіння волотей (45–61 діб) був 2020 року при високих температурах повітря. Середнім (54–66 діб) – 2019 року та максимально тривалим (68–78 дні) – у прохолодному і дуже вологому 2021 році (табл. 3).

Таблиця 3

Тривалість міжфазних періодів вегетації гібридів кукурудзи різних груп стиглості за роками, дів

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Тривалість періодів								
		сівба – сходи			сходи – цвітіння волотей			цвітіння волотей – повна стиглість		
		2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Беламі	65									
	70									
	75	10	10	12	54	45	68	60	67	65
	80									
	85									
Тоніфі КС	60									
	65				62	56	68			
	70	10	10	12				65	75	68
	75				63	56	69			
	80				64	57	70	65	76	69
Поезі КС	65									
	70									
	75	10	10	12	65	61	76	71	85	86
	80							72	86	87
	85				66	61	78	73	87	88

Отже, в умовах центральної Лісостепової зони України тривалість міжфазних періодів та періоду вегетації культури майже не змінювалась під впливом густоти стояння рослин, а залежала від біологічних особливостей гібридів та погодних умов.

Згідно з нашими спостереженнями динаміки росту

кукурудзи у фазі 7–8 листків ранньостиглий гібрид Беламі мав найбільшу висоту рослин (65,5–66,7 см) (табл. 4). У наступній фазі (11–12 листків) макси-мальні темпи росту спостерігаються вже у гібридів Тоніфі КС та Поезі КС, а мінімальні – Беламі.

Таблиця 4

Динаміка росту рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин, см (середнє за 2019–2021 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Фази росту і розвитку рослин			
		7–8 листків	11–12 листків	13–14 листків	цвітіння волотей
Беламі	65	65,5	119,6	163,8	189,3
	70	66,3	122,1	165,9	190,3
	75	66,7	122,3	166,8	193,1
	80	66,6	123,4	165,5	191,0
	85	66,1	121,7	163,5	190,4
Тоніфі КС	60	64,0	124,7	174,0	223,3
	65	64,5	125,1	176,0	224,3
	70	64,7	126,5	180,2	226,2
	75	63,6	124,8	178,1	224,8
	80	63,0	121,7	175,5	222,8
Поезі КС	65	63,3	123,3	175,7	224,8
	70	63,5	124,7	178,5	225,8
	75	64,8	126,9	179,9	227,9
	80	66,4	124,9	177,2	225,5
	85	65,4	122,8	172,7	224,6

Під час проведення обліків у фазі 13–14 листків у середньораннього гібрида Тоніфі КС спостерігалась максимальна висота рослин (180,2 см) при густоті 70 тис./га. У фазу цвітіння волотей висота рослин у ранньостиглого гібрида Беламі була максимальною при густоті 75 тис./га і становила 193,1 см, у середньораннього Тоніфі КС при густоті 70 тис./га – 226,2 см та середньостиглого Поезі КС при густоті 75 тис./га – 227,9 см.

У рослин середньостиглого гібрида, зважаючи на їх біологічні особливості, формувались рослини з більшою висотою, ніж у скоростиглих.

Також спостерігається залежність показників висоти рослин і від погодних умов років досліджень. Зокрема, в умовах 2019 р. висота рослин гібрида Беламі (75 тис./га) складала 178,5 см, Тоніфі КС

(70 тис./га) – 210,8 см і гібрида Поезі КС (75 тис./га) – 213,0 см. Натомість, у 2020 р. ці показники були дещо іншими, й склали відповідно за гібридами – 193,2, 241,4 та 241,1 см, 2021 р. – 207,7, 225,9 і 229,7 см. Висота рослин при загущенні посіву зменшувалась в посушливому 2019 та 2020 рр., та збільшувалась у вологому 2021 р.

Отже, відповідно до динаміки зміни висоти рослин можна зробити висновок, що цей показник залежить і від погодних умов періоду вегетації кукурудзи, а не тільки від густоти посіву та біологічних особливостей гібрида.

Відповідно до густоти стояння спостерігалися зміни у висоті прикріплення качанів, що є показником придатності рослин кукурудзи до механізованого збирання (табл. 5).

Таблиця 5

Висота прикріплення качана залежно від густоти стояння рослин, см

Гібриди	Роки спостережень	Густота стояння рослин, тис./га					
		60	65	70	75	80	85
Беламі	2019–2020	-	81,55	82,9	84,15	84,6	85,75
	2021	-	84,5	85,2	86,7	87,6	88,1
	В середньому	-	82,5	83,7	85,0	85,6	86,5
Тоніфі КС	2019–2020	84,9	85,95	87,25	87,95	88,9	-
	2021	85,4	86,1	87,5	88,4	89,2	-
	В середньому	85,1	86,0	87,3	88,1	89,0	-
Поезі КС	2019–2020	-	85,95	87,15	87,95	88,9	89,8
	2021	-	93,1	94,4	95,2	96,5	97,1
	В середньому	-	88,3	89,6	90,4	91,4	92,2

Показники 2021 р. значно перевищували середні значення висоти прикріплення качана 2019–2020 років у всіх досліджуваних гібридах. У середньому за роки досліджень при підвищенні густоти стояння рослин у гібрида Беламі від 65 до 85 тис./га висота прикріплення качана збільшувалась на 4,6 %, у гібрида Тоніфі КС за зміни густоти від 60 до 80 тис./га на 4,4 % і гібрида Поезі КС від 65 до 85 тис./га – на 4,2 %.

При збільшенні густоти вищезазначених гібридів кожного року спостерігалось збільшення висоти прикріплення качана рослин. За 2019 р. у гібридів Беламі – від 83,8 до 88,2 тис./га, Тоніфі КС – 88,7–92,1 тис./га, Поезі КС – 89,7–92,9 тис./га. 2020 року відповідно за гібридами – 79,3–83,3, 81,1–85,7, 82,2–86,7 тис./га і 2021 р. – 84,5–88,1, 85,4–89,2 та 93,1–97,1 тис./га. Отже, загушення посівів призводить до підвищення висоти прикріплення качана у всіх досліджуваних гібридів.

Таблиця 6

Морфологічні ознаки качанів і елементи структури урожаю залежно від густоти стояння рослин (2019–2021 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Довжина качана, см	Маса зерна з одного качана, г	Вихід зерна, %
Беламі	65	20,7	153,4	81,5
	70	20,5	150,0	82,1
	75	20,4	147,8	82,8
	80	20,1	139,3	81,0
	85	20,0	134,9	81,0
Тоніфі КС	60	21,8	181,6	80,2
	65	21,5	177,2	81,3
	70	21,1	174,6	82,2
	75	20,5	161,3	81,4
	80	20,6	153,3	79,6
Поезі КС	65	22,0	167,3	77,2
	70	21,6	158,5	77,9
	75	21,0	154,9	78,8
	80	20,8	146,4	78,3
	85	20,4	133,1	77,1

Також було відмічене збільшення діапазону мінливості маси зерна та лінійних розмірів качана через перехід від ранньостиглої форми до середньостиглої. Найкращою озерненістю качана була в усіх гібридів за оптимальної густоти (75 тис./га у гібрида Беламі, 70 тис./га – Тоніфі КС та 75 тис./га Поезі КС) і складала відповідно 82,8, 82,2, 78,8 %. Мінімальних значень вона набула за максимальної густоти посіву рослин (85, 80 і 85 тис./га) і становила відповідно – 81,0, 79,6 і 77,1 %.

В умовах 2019–2021 рр. встановлено, що максимальна врожайність сформувалась у середньостиглого гібрида Поезі КС (9,44 т/га), а ранньостиглий гібрид

Також висота прикріплення качанів залежить від висоти рослин, більша вона у середньостиглого гібрида Поезі КС (88,3–92,2 см) та мінімальна у ранньостиглого Беламі (82,5–86,5 см).

При збільшенні густоти посіву поступово зменшувались морфологічні ознаки качанів (табл. 6). На масу зерна з качана також істотний вплив мали погодні умови року, адже посушливого 2019 року показники цих структурних елементів були мінімальними.

Через збільшення густоти рослин від максимального значення до мінімального у досліджуваних гібридів спостерігалось зменшення лінійних розмірів на 3,4 % – ранньостиглий Беламі, 5,5 % – середньоранній Тоніфі КС та 7,3 % середньостиглий Поезі КС. Загушення посіву також спричинило зменшення маси зерна з качана в усіх досліджуваних гібридів: ранньостиглий – на 18,5 г (12,1 %), середньоранній – на 28,3 г (15,6 %) та середньостиглий – на 34,2 г (20,4 %).

Беламі мав найменшу продуктивність в середньому за три роки дослідження (табл. 7).

Ранньостиглий гібрид Беламі мав максимальну урожайність 7,69 т/га за густоти стояння рослин 75 тис./га. Через зменшення густоти на 5 та 10 тис. спостерігали зменшення врожаю відповідно на 3,3 та 6,2 %. При загущенні посіву до 80 та 85 тис./га також спостерігалось зменшення урожаю відповідно до 7,4 та 7,15 т/га. Отже, урожайність досліджуваних гібридів більшою мірою зменшувалась при загущенні посівів: Беламі – до 85 тис./га, Тоніфі КС – до 80 тис./га, Поезі КС – до 85 тис./га.

Таблиця 7

Урожайність зерна різних за стиглістю гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, т/га

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Урожайність, т/га				
		2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє за 2020–2021 рр.	середнє за 2019–2021 рр.
Беламі	65	5,04	7,99	8,60	8,30	7,21
	70	5,18	8,30	8,82	8,56	7,43
	75	5,24	8,60	9,22	8,91	7,69
	80	5,00	8,20	9,00	8,60	7,40
	85	4,93	7,95	8,56	8,26	7,15
Тоніфі КС	60	6,40	8,51	8,81	8,66	7,91
	65	6,84	8,99	9,21	9,10	8,35
	70	7,00	9,32	9,45	9,38	8,59
	75	7,08	8,77	9,07	8,92	8,31
	80	6,40	8,51	8,70	8,61	7,87
Поезі КС	65	7,77	9,00	9,31	9,16	8,69
	70	8,23	9,38	9,59	9,49	9,07
	75	8,65	9,87	9,81	9,84	9,44
	80	8,60	9,61	9,44	9,53	9,22
	85	8,42	9,21	9,13	9,17	8,92
НІР 0,95: для густоти		0,31	0,16	0,21		
для гібридів		0,23	0,13	0,17		

Середньоранній гібрид Тоніфі КС досягав максимальної врожайності (8,59 т/га) за густоти стояння посіву 70 тис./га. Також спостерігається така ж закономірність, як і в ранньостиглого гібрида на загущених та зріджених посівах – зменшення врожаю: 60–65 тис./га – на 2,8–7,9 %; 75–80 тис./га – на 3,3–8,3 %.

Через агроекологічні умови 2019–2021 рр. спостерігали значні зміни щодо формування врожайності досліджуваних гібридів. Посушливий 2019 р. через недостатню кількість опадів і високу температуру повітря мав мінімальну урожайність порівняно з середнім показником за 2020–2021 рр. Так, показники максимальної врожайності у цей рік становили у ранньостиглого гібрида – 5,24 т/га, середньораннього – 7,0 т/га та середньостиглого – 8,65 т/га.

Агроекологічні умови 2021 р. сприяли високій зерновій продуктивності у гібридів Беламі (8,6–8,56 т/га) та Тоніфі КС (8,81–8,70 т/га) і незначно меншою у гібрида Поезі КС. У ці досліджувані роки спостерігалась взаємодія чинників біотипу гібридів і густоти посівів рослин, яка вплинула на формування врожаю кукурудзи. Саме тому необхідно визначити оптимальні параметри густоти рослин при вирощуванні гібрида конкретної групи стиглості у певних кліматичних умовах.

Отже, згідно з одержаними результатами визначена оптимальна густота стояння досліджуваних гібридів для отримання максимальної врожайності для: ранньостиглого Беламі – 75 тис./га, середньораннього Тоніфі КС – 70 тис./га, середньостиглого Поезі КС – 75 тис./га.

Висновки

Тривалість періоду вегетації кукурудзи визначалась біологічними властивостями гібридів та густотою стояння рослин. Загущення посіву подовжувало вегетацію гібридів у середньому на 1–2 дні.

Найвищі показники лінійного росту були зафіксовані у рослин ранньостиглого гібрида Беламі за густоти 75 тис./га (193,1 см), середньораннього Тоніфі КС – 70 тис./га (226,2 см), а середньостиглого

Поезі КС – 75 тис./га (227,9 см).

За загущення посіву гібрида Беламі від мінімального до максимального рівня лінійні розміри качана зменшувались на 3,4 %, Тоніфі КС – на 5,5 %, Поезі КС – на 7,3 %, а маса зерна з качана – на 12,1, 15,6 і 20,4 % відповідно.

Максимальний урожай зерна ранньостиглого гібрида одержано за густоти стояння рослин 75 тис./га, середньораннього – 70 тис./га, середньостиглого 75 тис./га.

Перспективи подальших досліджень передбачають визначення особливостей росту, розвитку й урожайності гібридів кукурудзи за строками сівби.

Конфлікт інтересів



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

References

- Solomon, K. F., Chauhan, Y., & Zeppa, A. (2017). Risks of yield loss due to variation in optimum density for different maize genotypes under variable environmental conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 203 (6), 519–527. <https://doi.org/10.1111/jac.12213>
- Tokatlidis, I. S. (2017). Crop adaptation to density to optimise grain yield: breeding implications. *Euphytica*, 213 (4). <https://doi.org/10.1007/s10681-017-1874-8>
- El-Hamed, K. E.-S. A., & Elwan, M. W. M. (2011). Dependence of pumpkin yield on plant density and variety. *American Journal of Plant Sciences*, 02 (05), 636–643. <https://doi.org/10.4236/ajps.2011.25075>
- Tokatlidis, I., Chauhan, Y., & Assefa, Y. (2022). Editorial: Crop response to density: Optimization of resource use to promote sustainability. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.969332>
- Assefa, Y., Carter, P., Hinds, M., Bhalla, G., Schon, R., Jeschke, M., Paszkiewicz, S., Smith, S., & Ciampitti, I. A. (2018). Analysis of long term study indicates both agronomic optimal plant density and increase maize yield per plant contributed to yield gain. *Scientific Reports*, 8 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23362-x>
- Assefa, Y., Vara Prasad, P. V., Carter, P., Hinds, M., Bhalla, G., Schon, R., Jeschke, M., Paszkiewicz, S., & Ciampitti, I. A. (2016). Yield responses to planting density for us modern corn hybrids: a synthesis-analysis. *Crop Science*, 56 (5), 2802–2817. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.04.0215>

7. Fischer, R. A. (2020). Breeding wheat for increased potential yield: Contrasting ideas from Donald and Fasoulas, and the case for early generation selection under nil competition. *Field Crops Research*, 252, 107782. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107782>
8. Dobrovolskyi, S. O. (2021). Vplyv normy vysivu nasinnia na produktyvnist hibrydiv kukurudzy. *Efektivne funktsionuvannia ekolohichno-stabilnykh terytorii u konteksti stratehii stiikoho rozvytku: ahroekolohichni, sotsialnyi ta ekonomichni aspekty: Materialy V mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii*. Poltava [in Ukrainian]
9. Hanhur, V. V. (2021). Kukurudza na zerno – krashchi stroky sivby i optimalna hustota stoiannia roslyn dlia Livoberezhnoho Lisostepu. *Ahrobiznes Sьогодni*, 07 (446), 24–25. [in Ukrainian]
10. Tsykov, V. S. (2003). *Kukurudza: tehnologiya, gibrydy, semena*. Dnepropetrovsk: Zorya [in Russian]
11. Yermenko, L. S. (2002). Optymizatsiia struktury posiviv, riznykh za skorostyhlishti hibrydiv kukurudzy. *Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh i spetsialistiv z problemy vyrobnytstva zerna v Ukraini*. Dnipropetrovsk [in Ukrainian]
12. Zhemela, H. P., Barabolia, O. V., Liashenko, V. V., Liashenko, Y. S., & Podoliak, V. A. (2021). Formation of maize hybrids grain productivity depending on sowing rate. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 97–105. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.11>
13. Zhemela, H. P., & Shevelov, V. V. (2000). Vplyv deiaknykh ahrotekhnichnykh zakhodiv vyroshchuvannia na zaburianenist ta volohozabezpechenist kukurudzy. *Visnyk Poltavskoho Derzhavnogo Silskohospodarskoho Instytutu*, 2, 12–15. [in Ukrainian]
14. Zhemela, H. P., Barabolia, O. V., Liashenko, V. V., Liashenko, Ye. S., & Podoliak, V. A. (2021). Hustota roslyn – faktor dlia oderzhanntia vysoknykh vrozhaiv kukurudzy. In T. O. Chaika (Red.), *Stiiki rozvytok silskykh terytorii u konteksti realizatsii derzhavnoi ekolohichnoi polityky ta enerhozberezhennia: kolektyvna monohrafiia* (pp. 49–56). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
15. Tkalych, Yu. I. (2000). Rist, rozvytok ta produktyvnist hibrydiv kukurudzy riznoho morfotytu zalezno vid hustoty stoiannia roslyn v pivnichnii chastyni Stepu Ukrainy. *Doctor's thesis*. Instytut zernovoho hospodarstva UAAN, Dnipropetrovsk [in Ukrainian]
16. Deriaha, Ye. V. (2002). Tekhnolohichni zakhody optymizatsii vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti v skhidnomu Stepu. *Candidate's thesis*. Instytut zernovoho hospodarstva UAAN, Dnipropetrovsk [in Ukrainian]
17. Zaverkaliuk, V. F. (2003). Produktyvnist hibrydiv kukurudzy zalezno vid hustoty stoiannia roslyn i rivnia mineralnoho zhyvlennia v pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Extended abstract of candidate's thesis*. Instytut zernovoho hospodarstva UAAN, Dnipropetrovsk [in Ukrainian]
18. Polyakov, V. (2020). Yield of corn hybrids depending on plant density and fertilization systems. *Technical and Technological Aspects of Development and Testing of New Machinery and Technologies for Agriculture of Ukraine*, 27 (41). [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2020-2-27\(41\)-22](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2020-2-27(41)-22)
19. Vlashchuk, O. M., Konashchuk, O. P., & Kolpakova, O. S. (2017). Vplyv strokiv sivby na produktyvnist ta yakist zerna hibrydiv kukurudzy v umovakh zroshennia. *Ahroekolohichni Zhurnal*, 3, 89–95. [in Ukrainian]
20. Tokatlidis, I. S., & Koutroubas, S. D. (2004). A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. *Field Crops Research*, 88 (2–3), 103–114. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.11.013>
21. Kataloh kompanii «Causade Semences». Retrieved from: <https://euralis.ua/wp-content/uploads/WEB-2021-Cossad-Catalogue.pdf> [in Ukrainian]
22. Karta gruntiv Ukrainy. Retrieved from: <https://super-agronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy/#win15> [in Ukrainian]
23. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini*. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
24. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Korkovikhin, S. V. (2020). *Metodyka polovoho doslidu*. Odesa: Oldi+ [in Ukrainian]
25. Lebid, Ye. M., Tsykov, V. S., & Pashchenko, Yu. M. (2008). *Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukurudzoiu: metodychni rekomendatsii*. Dnipropetrovsk: IZGH UAAN [in Ukrainian]

ORCID

- O. Kutsenko  <https://orcid.org/0000-0001-8692-2302>
V. Liashenko  <https://orcid.org/0000-0003-0177-6209>



2023 Kutsenko 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.

Advantages of the seedling method of cultivation in medicinal plant production

M. Semenko | S. Pospelov ✉

Article info

Correspondence Author

S. Pospelov

E-mail:

sergii.pospelov@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
1/3, Skovorody str.,
Poltava, 36003, Ukraine

Citation: Semenko, M., & Pospelov, S. (2023). Advantages of the seedling method of cultivation in medicinal plant production. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 36–40. doi: 10.31210/spi2023.26.04.07

The cultivation of medicinal and essential oil crops is of great interest to producers of various forms of ownership. Important problems are the deficiency of seeds and the chemical polymorphism of the raw materials. Industrial cultivation requires the availability of high-quality seeds on the market and well-established seed production, but often producers combine different batches or use non-varietal seeds with low sowing qualities. This can greatly complicate the growing process and have a negative impact on the quality and stability of yields and product quality. The purpose of the article is to analyze the agrotechnical, phytocoenotic, phytochemical advantages of introducing seedling technologies in medicinal plant production, taking into account the experience of other plant growing industries. This approach allows controlling plant growth processes from the very beginning, ensuring their maximum quality and stability. The article provides a detailed analysis and systematization of information on the use of seedling technology in various areas of agriculture. An important element is the use of modern growth regulators and microfertilizers, which allows to increase the quality of seedlings, their rooting and survival. This approach also simplifies the mechanization of seeding and planting processes, reducing costs for these operations and increasing accuracy. In addition, it allows to prepare the area for planting as well as reduce the fight against weeds thanks to a longer interval between planting seedlings. Equally important is the possibility of using seedlings both for generatively propagated and vegetatively propagated plants. This method of cultivation ensures the unity of raw materials, providing a stable biochemical composition of crops. As a result, the widespread implementation of the seedling method can be the optimal solution to the problem of the lack of seeds, will simplify the process of planting and caring for young plants, and will allow obtaining raw materials with a stable biochemical composition. This is an important step in ensuring the stability and quality of medicinal and essential oil crops in agriculture.

Key words: medicinal plants, plant propagation, seedlings, growth regulators, St. John's wort.

Переваги розсадного способу вирощування в лікарському рослинництві

М. В. Семенко | С. В. Поспелов

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Вирощування лікарських та ефіроолійних культур є об'єктом підвищеного інтересу для виробників різної форм власності. Важливі проблеми – дефіцит насіння та хімічний поліморфізм одержуваної сировини. Промислове вирощування передбачає наявність на ринку якісного насіння та налагоджене насінництво, але часто виробники об'єднують різні партії або використовують не сортове насіння із низькими посівними якостями. Це може значно ускладнити процес вирощування і мати негативний вплив на якість та стабільність урожайності і якості продукції. Мета статті – аналіз агротехнічних, фітоценотичних, фітохімічних переваг впровадження розсадних технологій в лікарському рослинництві, зважаючи на досвід інших галузей рослинництва. Цей підхід дозволяє контролювати зростання рослин із самого початку, забезпечуючи їхню максимальну якість та стабільність. У статті проведено докладний аналіз та систематизацію інформації щодо використання розсадної технології при вирощуванні різних культур. Важливим елементом є використання сучасних регуляторів росту і мікродобрив, що дає змогу підвищити якість розсади, її розвиток та приживання. Це спрощує механізацію процесів посіву та посадки рослин, знижуючи витрати на ці операції і збільшуючи точність. До того ж він дає змогу максимально якісно підготувати ділянку для висадки і зменшити витрати на контроль бур'янів завдяки більшому інтервалу між посадкою розсади. Не менш важливою є можливість плантаційного вирощування для рослин, розмножених як генеративно, так і вегетативно. Цей спосіб вирощування забезпечує однорідність сировини, надаючи стабільний біохімічний профіль культур. У підсумку широке впровадження розсадного методу може стати оптимальним рішенням для розв'язання проблеми нестачі насіння, спростить процес висадки і догляду за молодими рослинами і дозволить отримувати сировину зі стабільним біохімічним складом. Це важливий крок у забезпеченні стабільності та якості продукції лікарських та ефіроолійних культур у сільському господарстві.

Ключові слова: лікарські рослини, розмноження рослин, розсада, регулятори росту, звиробій звичайний.

Бібліографічний опис для цитування: Семенко М. В., Поспелов С. В. Переваги розсадного способу вирощування в лікарському рослинництві. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 36–40.

Дані Всесвітньої організації охорони здоров'я свідчать про збільшення масштабу використання лікарських засобів на основі біологічно активних речовин рослин. Натепер, на думку експертів ВООЗ, понад 60 % усього населення планети в той чи той час вдаються до лікування із застосуванням препаратів рослинного походження. У розвинених країнах частка населення, що використовує лікарські рослини, зокрема як основний засіб для лікування, досягає 80 % [1]. Лікарські рослини широко використовуються не тільки в народній (традиційній) та комплементарній, але й в офіційній медицині. Світовий ринок продукції, отриманої з лікарських рослин, 10 років тому оцінювався у 83 млрд доларів США і продовжує зростати [2]. Так, за даними північноамериканського аналітичного агентства Globenewswire, світовий ринок лікарських рослин (сировина для медичної, харчової та парфумерної промисловості) 2022 р. становив 97,0 млрд дол. США, а його річне зростання оцінюється як 5,88 % на рік [3].

Забезпечення фармацевтичної промисловості лікарською рослинною сировиною на основі дикорослих лікарських рослин (ДЛР) часто є важким: для низки видів великою небезпекою є знищення природних запасів рослин, і з цієї причини вони включаються до Червоних книг різних рівнів. Інші лікарські види мають широкий ареал, але не утворюють локації, використовувати які як промислові було б економічно недоцільно [4]. Останнім часом організаційні проблеми із заготівлею сировини ДЛР виникли навіть у тих регіонах України, де ці роботи проводяться досить давно і є традиційним заняттям місцевого населення. Це пов'язано із низкою причин: старінням заготівельників, доглядом активних людей середнього віку до більш прибуткових сфер бізнесу. Певною проблемою є недостатньо активне проведення ресурсознавчих робіт з визначення запасів сировини ДЛР у масштабах країни та відповідно відсутність актуальних даних за цим важливим показником, а також неефективний контроль за вивезенням рослинної сировини за кордон [5].

Нині виробництво лікарської рослинної сировини значно відстає у своєму розвитку від потреб фармацевтичної промисловості, охорони здоров'я та інших соціально орієнтованих галузей господарства. Водночас стійка тенденція до підвищення попиту на рослинну сировину та продукцію з неї зумовлена різким збільшенням останніми роками числа споживачів, а також розширенням асортименту такої сировини [6].

Одержання деяких видів лікарської рослинної сировини у процесі вирощування лікарських культур порівняно із заготівлею аналогічної сировини з дикорослих рослин більш раціональне. Негативні результати при обробці лікарських культур, як правило, є наслідком неправильно застосованих агротехнічних прийомів чи настання несприятливих

погодних умов. При виборі оптимально районованої культури ризик отримання таких результатів можна звести до мінімуму.

Лікарське та ефіроолійне рослинництво як галузь сільськогосподарського виробництва характеризується низкою особливостей: велика кількість видів, котрі дуже відрізняються за своєю біологією, що ускладнює розробку їх промислової технології та їх вирощування як сільськогосподарські культури. Багато таксонів характеризуються сильним внутрішньовидовим хімічним поліморфізмом, що створює складності при їх переробці як у фармацевтичній, так і харчовій та парфумерній промисловості [7, 8]. Це породжує цілу низку проблем, які гальмують розвиток галузі загалом і не дають змоги отримувати сировину заданої стабільної якості.

Відсутність промислового насінництва і гострий дефіцит насіння багатьох затребуваних культур, зокрема таких великотоннажних культур як валеріана, материнка, звіробій, шавлія лікарська, так і рідкісних, малопоширених і також сильно затребуваних – родіоли рожевої і перстачу білого, утруднюють отримання їхньої сировини в достатній кількості. Це пов'язано із трудомісткістю та витратністю насінництва, а також із низкою насінневою продуктивністю рослин ряду видів [9].

Ні в кого немає сумнівів, що деревно-чагарникові рослини (обліпиха, шипшина, вітекс священний, лаванда, розмарин та ін.) розмножуються у виробництві лише вегетативно, що дозволяє зберегти сортові якості та господарсько цінні ознаки [10, 11]. З кожним роком активніше застосовують мікроклональне розмноження на лікарських культурах [12, 13]. У низці випадків цей спосіб є єдиною реальною можливістю отримати достатню кількість посадкового матеріалу, але він пов'язаний із наявністю кваліфікованих фахівців та модернізованого обладнання. Для вегетативно розмножуваних культур, таких як м'ята перцева, лаванда вузьколиста, розмарин лікарський тощо, використання живцювання (кореневищними та зеленими живцями) дозволяє отримати вирівняні рослини як за фенотипом, так і за біохімічним складом сировини [14, 15]. Також розсадний спосіб є єдино можливим для рослин зі складною стратифікацією і дуже тривалим зростанням, як наприклад, тирлич жовтий [16]. Питання стабільності вмісту та складу фармакологічно значущих сполук для лікарських рослин та ефірної олії для ароматичних рослин є наріжною проблемою якості сировини, при вирішенні якої можливо повністю відповідати вимогам та запитам переробників [17]. Останніми роками в лікарському рослинництві перейшли на виробництво вегетативно розмноженого посадкового матеріалу таких видів, як чебрець повзучий і чебрець звичайний, материнка звичайна і деяких інших видів [18]. На лікарських культурах також присутні дослідження, що стосуються цього питання,

зокрема роботи з живцювання белладонни звичайної [19], чебрецю повзучого [20], зюзника європейського [21].

Проблема впровадження розсадних технологій умовно може бути поділена на декілька напрямів, комплексне вирішення яких дозволить вибудувати весь виробничий процес і досягти кінцевої мети – необхідної якості сировини у кількості, яка відповідає потребам усіх зацікавлених галузей [22]. Нині є значні комплексні напрацювання у цьому напрямі у низці країн ЄС [23]. У вітчизняній літературі є роботи про елементи технології для окремих культур, зокрема інтродуцентів, котрі важко розмножуються і більшою мірою висвітлюють біологічні, а не технологічні аспекти насінневого та вегетативного розмноження лікарських та ефіроолійних культур. Як було зазначено вище, розмноження рослин залежно від виду можливе або насінневим, або вегетативним способом.

При прямому посіві у ґрунт, зважаючи на дрібний розмір насіння багатьох видів, зокрема звіробою, доводиться збільшувати норму висіву, що позначається на витратах. Відповідно при нестачі насіння та його високій вартості, якщо йдеться про великі площі, реалізація проєкту стає неможливою. Така ж проблема може виникнути при закладці плантації насінням нового сорту, якого за визначенням на початковому етапі мало. Застосування розсадної технології дозволяє в 10 і більше разів знизити потребу в насінні на 1 га. На прикладі ехінацеї пурпурової було встановлено, що розсадна культура має переваги порівняно із прямою сівбою у ґрунт, особливо коли лімітуючим фактором виступають активні температури та опади. До того ж у полі можна провести комплекс агроприємів боротьби з бур'янами до часу висаджування культури [24]. Додатковим бонусом є можливість на рік скоротити перебування культури в полі, це важливо тоді, коли сировиною є коріння і поле протягом двох-трьох років не приносить жодного доходу, але потребує значних витрат на догляд. Наприклад, шляхом розсадної технології вирощування валеріани пішли багато невеликих господарств Європейського Союзу [25, 26].

При насінневому розмноженні на етапі підготовки насіння важливими операціями є протруювання, при необхідності стратифікація або скарифікація та обробка стимуляторами росту, що дає змогу запобігти появі чорної ніжки та максимально швидко отримати сходи. Механізація процесів можлива за допомоги застосування комплексів, які включають функції перемішування торфу, заповнення касет і посіву насіння. Посів у касети можна механізувати за допомогою сівалок, призначених для вирощування овочевої розсади: SEM 100 (для малих та середніх підприємств) та більш продуктивні, наприклад, лінія на базі сівалки LR1200, устаткована електронним регулюванням швидкості стрічки. Розмір касет визначається культурою та тривалістю вирощування розсади.

Після появи сходів необхідно забезпечити максимально комфортні умови та стимулювати як розвиток кореневої системи та формування стійкої грудки в касеті, так і надземної маси. Застосування комплексних добрив [27], мікродобрив, стимуляторів коренеутворення та активаторів фотосинтезу дозволяє максимально швидко отримати якісну розсаду. Великий інтерес можуть становити препарати, які завдяки амінокислотам, що містяться в них, виконують не тільки поживну, але і антистресову і регуляторну функцію [28]. Водночас вони не є небезпечними в роботі і можуть бути використані в органічному виробництві. Наприклад, позитивні результати на гісопі лікарському, чебреці звичайному, материнці звичайній хорощі результати давали дво-, трикратні обробки як окремими амінокислотами, так і амінокислотними препаратами [29].

Скорочення терміну вирощування розсади можливе через створення максимально комфортних умов харчування та освітленості для рослин. В овочівництві для отримання якісної розсади активно використовується досвічування певного спектрального складу та тривалості. Однак воно застосовується загалом у розсадних відділеннях зимових опалювальних теплиць і є досить витратним. Цей шлях доцільний для рослин з дуже тривалим вирощуванням розсади та дорогим кінцевим продуктом (родіола рожева) [30]. Як більш дешевий варіант можна розглядати на першому етапі теплиці, що не опалюються, і майданчики з можливістю поливу, і укриття нетканним матеріалом для дороцювання, а також використання препаратів, що підвищують стресостійкість рослин, таких як Вимпел-К і Вимпел 2 тощо [31, 32].

Зниження енерговитрат на культивацийні споруди полягає у скороченні терміну пророщування насіння в умовах камер пророщування або опалювальних теплиць та максимально швидкому винесенні рослин у неопалювані теплиці або на відкриті майданчики. Для рослин, які висаджують улітку, можна обійтися лише відкритими майданчиками. Така ж технологія застосовується для вирощування касетної розсади валеріани, материнки, звіробою звичайного та деяких інших культур [33, 34].

Використання розсади дає змогу максимально якісно підготувати поле та провести всі необхідні заходи щодо боротьби з бур'янами. В окремих культур, зокрема у валеріани, висадку розсади в полі проводять у другій половині літа, що дозволяє використовувати ділянку для вирощування, наприклад, кормових культур або сидератів, а термін вирощування валеріани скорочується фактично на рік (при сівбі вона вирощується 2 роки) [35]. Після висадки можна швидко приступати до механізованих міжрядних обробок, не побоюючись пошкодити досить великі рослини. При висадженні розсади у весняні терміни (кінець травня – початок червня)

у таких культур, як меліса та материнка можна одержати врожай уже на першому році життя [36].

Висаджування рослин вимагає використання розсадопосадильних машин як засобу механізації. Нині їх досить великий вибір і кожне господарство вирішуватиме цю проблему, зважаючи на фінансові можливості та площі. Але в будь-якому разі призначена для овочівництва техніка чудово підходить для висадки розсади трав'янистих культур (меліса, м'ята) або чагарників (чебрець, розмарин, лаванда). Водночас варто пам'ятати, що у ряду видів досить тендітні надземні частини і апарат затискного типу, що висаджує, не варто використовувати. Перевагу краще віддати машинам з вертикальним або револьверним апаратом, що висаджує. Наявність припосадкового поливу дає можливість проводити посадку майже будь-коли за винятком дуже жаркого і посушливого періоду в середині літа.

Висновки

Задачею наведеного огляду є аналіз переваг застосування в лікарському рослинництві розсадної технології вирощування лікарських рослин. Встановлено, що розсадна технологія дозволить вирішити цілу низку агротехнічних й фітоценотичних проблем в процесі вирощування рослин, стати важливим інструментом для розв'язання проблеми нестачі насіння та забезпечення стабільного біохімічного складу сировини. Вирощування рослин з використанням розсади як генеративно, так і вегетативно розмножених надає сировині однорідності та дозволяє контролювати процеси росту рослин із самого початку. Додатковими перевагами розсадної технології є зменшення витрат на насіння, скорочення терміну вирощування розсади, спрощення механізації посіву та посадки рослин, а також більший інтервал для боротьби з бур'янами та підготовки ділянки для висадки. З вирощування розсадою зменшується тривалість перебування культур у полі, що може бути важливим для тих культур, які вимагають тривалого догляду аж до отримання врожаю. До того ж ця технологія відкриває можливості для механізованої висадки рослин і застосування різноманітних добрив та стимуляторів росту для покращення якості розсади. Усе це свідчить про важливість та перспективи використання розсадної технології у вирощуванні лікарських та ефіроолійних культур.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження можуть покращити розуміння потенціалу технології розсади та сприяти сталому виробництву високоякісних лікарських та ефіроолійних культур. Вони також можуть вирішити проблеми, пов'язані з доступністю насіння, однорідністю отримуваної сировини та економічною ефективністю в лікарському рослинництві.

Конфлікт інтересів



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

References

1. Connecting global priorities: biodiversity and human health: a state of knowledge review. (2015). *World Health Organization*. Retrieved from: <https://www.who.int/publications/i/item/connecting-global-priorities-biodiversity-and-human-health>
2. Howat, S., Park, B., Oh, I. S., Jin, Y.-W., Lee, E.-K., & Loake, G. J. (2014). Paclitaxel: biosynthesis, production and future prospects. *New Biotechnology*, 31 (3), 242–245. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2014.02.010>
3. Herbal Medicine Market Size. (2023). *Fortune Business Insights*. Retrieved from: <https://www.fortunebusinessinsights.com/herbal-medicine-market-106320>
4. Cusido, R. M., Onrubia, M., Sabater-Jara, A. B., Moyano, E., Bonfill, M., Goossens, A., Angeles Pedreño, M., & Palazon, J. (2014). A rational approach to improving the biotechnological production of taxanes in plant cell cultures of *Taxus* spp. *Biotechnology Advances*, 32 (6), 1157–1167. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2014.03.002>
5. Boiko, L. (2021). Economic efficiency of the production of medicinal plants and prospects of herb business. *Taurida Scientific Herald. Series: Economics*, 9, 17–25. <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2021.9.2>
6. Piao, X., Zhang, H., Kang, J. P., Yang, D. U., Li, Y., Pang, S., Jin, Y., Yang, D. C., & Wang, Y. (2020). Advances in saponin diversity of *Panax ginseng*. *Molecules*, 25 (15), 3452. <https://doi.org/10.3390/molecules25153452>
7. De Martino, L., De Feo, V., Formisano, C., Mignola, E., & Senatore, F. (2009). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from three chemotypes of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) ietswaart growing wild in Campania (Southern Italy). *Molecules*, 14 (8), 2735–2746. <https://doi.org/10.3390/molecules14082735>
8. Mimica-Dukic, N., & Bozin, B. (2008). *Mentha* L. species (Lamiaceae) as promising sources of bioactive secondary metabolites. *Current Pharmaceutical Design*, 14 (29), 3141–3150. <https://doi.org/10.2174/138161208786404245>
9. Kučinskaitė, A., Poblócka-Olech, L., Krauze-Baranowska, M., Sznitowska, M., Savickas, A., & Briedis, V. (2007). Evaluation of biologically active compounds in roots and rhizomes of *Rhodiola rosea* L. cultivated in Lithuania. *Medicina*, 43 (6), 487. <https://doi.org/10.3390/medicina43060061>
10. Svidenko, L., & Stetsenko, I. (2020). Comparative assessment of morphometric features and agronomic characteristics of *Lavandula angustifolia* Mill. and *Lavandula hybrida* Rev. *Scientific Horizons*, 87 (2), 24–31. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-24-31>
11. Alkurdi, M. I. S., Mustafa, S. S., & Supuka, J. (2013). Influence of different soil substrates, planting time and stem cuttings type on vegetative propagation and growth characteristics of *Vitex agnus-castus* L. *Acta Horticulturae et Regiotecture*, 16 (1), 10–13. <https://doi.org/10.2478/ahr-2013-0003>
12. Grzegorzczak-Karolak, I., Kuźma, L., Skala, E., & Kiss, A. K. (2018). Hairy root cultures of *Salvia viridis* L. for production of polyphenolic compounds. *Industrial Crops and Products*, 117, 235–244. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.014>
13. Jarma-Orozco, A., Combatt-Caballero, E., & Jaraba-Navas, J. (2020). Growth and development of *Stevia rebaudiana* Bert., in high and low levels of radiation. *Current Plant Biology*, 22, 100144. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2020.100144>
14. Moro, A., Zalacain, A., Hurtado de Mendoza, J., & Carmona, M. (2011). Effects of agronomic practices on volatile composition of *Hyssopus officinalis* L. essential oils. *Molecules*, 16 (5), 4131–4139. <https://doi.org/10.3390/molecules16054131>
15. Najar, B., Pistelli, L., Ferri, B., Angelini, L. G., & Tavarini, S. (2021). Crop yield and essential oil composition of two *Thymus vulgaris* chemotypes along three years of organic cultivation in a hilly area of central Italy. *Molecules*, 26 (16), 5109. <https://doi.org/10.3390/molecules26165109>

16. Radanovic, D., Markovic, T., Vasin, J., & Banjac, D. (2016). The efficiency of using different mulch films in the cultivation of yellow gentian (*Gentiana lutea* L.) in Serbia. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 53 (1), 30–37. <https://doi.org/10.5937/ratpov53-9589>
17. *Derzhavna Farmakopeia Ukrainy u 3 tomakh. Tom 3.* (2014). Kharkiv: Ukrainyskiy naukovyi farmako-peinyi tsentr yakosti likarskykh zasobiv [in Ukrainian]
18. Zayova, E., Geneva, M., Stancheva, I., Dimitrova, L., Petrova, M., Hristozkova, M., & Salamon, I. (2018). Evaluation of the antioxidant potential of in vitro propagated hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) with different plant growth regulators. *Medicinal Plants - International Journal of Phytomedicines and Related Industries*, 10 (4), 295. <https://doi.org/10.5958/0975-6892.2018.00044.8>
19. Kutlymuratova, G. A., & Baynyazova, G. S. (2022). Introduction and biological features of *Atropa belladonna* L. in the conditions of karakalpakstan. *American Journal of Agriculture and Horticulture Innovations*, 02 (12), 12–19. <https://doi.org/10.37547/ajahi/volume02issue12-03>
20. Verma, R., Chauhan, A., Verma, R., & Yadav, A. (2011). Seasonal variation in essential oil content and composition of thyme, *Thymus serpyllum* L. cultivated in Uttarakhand hills. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 73 (2), 233. <https://doi.org/10.4103/0250-474x.91570>
21. Vladimirova, I. M. (2019). Research of phenolic compounds of *Lycopus europaeus* L. *Fitoterapia*, 2 (2), 56–56. <https://doi.org/10.33617/2522-9680-2019-2-56>
22. Pospelov, S. V., & Solop, V. Ya. (2021). Vyroshchuvannia zviroboiu zvychainoho (*Hypericum perforatum* L.): problemy ta shliakhy yikh vyryshennia. *Suchasni aspekty i tekhnologii u zakhysti rosllyn: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (Poltava, 16 liutoho 2021 r.)*. (p. 26). Poltava: PDAA [in Ukrainian]
23. Hoppe, B., & Plescher, A. (2016). Der anbau von arznei- und gewürzpflanzen in Deutschland. *Zeitschrift Für Phytotherapie*, 37 (03), 105–108. <https://doi.org/10.1055/s-0042-109494>
24. Pospelov, S. V., & Pospelova, H. D. (2019). Ahrokultura ekhinatsei: perevahy roszadnoho sposo-bu. *Likarski roslyny: tradytsii ta perspektyvy doslidzhen: materialy IV Mizhnarodnoi naukovo konferentsii prysviachenoj 140-richchiu z dnia narodzhennia P. I. Havseycha (Berezotocha, 13–14 chervnia 2019 roku)*. (pp. 65–71). Berezotocha: DSLR IAP NAAN [in Ukrainian]
25. Furukawa, H. (2019). Cultivation technology for vegetable and herb production. *Plant Factory Using Artificial Light*, 15–23. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813973-8.00003-8>
26. Chizzola, R., Lohwasser, U., & Franz, C. (2018). Biodiversity within *Melissa officinalis*: variability of bioactive compounds in a cultivated collection. *Molecules*, 23 (2), 294. <https://doi.org/10.3390/molecules23020294>
27. Pryvedenyuk, N., & Shatkovskiy, A. (2021). Productivity of common Saint-John's wort (*Hypericum perforatum* L.) by using trans-plant reproduction method in the conditions of drip irrigation. *Land Reclamation and Water Management*, (1), 153–161. <https://doi.org/10.31073/mive202101-275>
28. Jamwal, K., Bhattacharya, S., & Puri, S. (2018). Plant growth regulator mediated consequences of secondary metabolites in medicinal plants. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 9, 26–38. <https://doi.org/10.1016/j.jar-map.2017.12.003>
29. Fouad, R., Fouad, H., Elsayed, Shaimaa I. M., Hendawy, S., & Omer, E. (2023). Response of growth, productivity, and active constituents of *Hyssopus officinalis* to irrigation and salicylic acid foliar application. *Egyptian Pharmaceutical Journal*, 22 (2), 311. https://doi.org/10.4103/epj.epj_2_23
30. Ampong-Nyarko, K. (2014). *Rhodiola rosea* cultivation in Canada and Alaska. (2014). *Rhodiola Rosea*, 142–171. <https://doi.org/10.1201/b17903-10>
31. Pryvedeniuk, N., Trubka, V., & Hlushchenko, L. (2022). Productivity of *Althaea officinalis* L. when using growth regulators and drip irrigation. *Agroecological Journal*, 1, 121–127. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255186>
32. Lupak, O. M., & Antonyak, H. L. (2020). Ecological aspect of growing *Matricaria recutita* L. plants in Western Ukraine. *Agrology*, 3 (2), 85–90. <https://doi.org/10.32819/020011>
33. Schmatz, R., & Dick, C. (2010). Versuche mit herbiziden in baldrian *Valeriana officinalis* L. in Thüringen. *Gesunde Pflanzen*, 62 (1), 21–28. <https://doi.org/10.1007/s10343-010-0216-8>
34. Schempp, C. M., Wölflle, U., Meyer, U., & Schaeette, R. (2011). Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.) - heilkräftige Lichtpflanze der Sommersonnwende. *Der Merkurstab*, 64, 596–606. <https://doi.org/10.14271/dms-19882-de>
35. Kwiatkowski, C. (2012). Evaluation of yield quality and weed infestation of common valerian (*Valeriana officinalis* L.) in dependence on weed control method and forecrop. *Acta Agrobotanica*, 63 (2), 179–188. <https://doi.org/10.5586/aa.2010.046>
36. Yenkalayci, A., Gunes, M., & Gul, K. (2021). Cultivation possibilities of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) in the Central Anatolia region of Turkey. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5 (2), 313–319. <https://doi.org/10.46291/ispeciasvol5iss2pp313-319>

ORCID

- M. Semenکو  <https://orcid.org/0000-0002-9168-4238>
- S. Pospelov  <https://orcid.org/0000-0003-0433-2996>



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

Influence of methods of main tillage on crop pollution and yield of spring barley in the conditions of the Left-Bank Forest Steppe

V. Hanhur¹ | O. Len² | V. Onipko¹ | M. Hanhur¹ | Kh. Mykolenko¹

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodimirgangu@gmail.com

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

² 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

Citation: Hanhur, V., Len, O., Onipko, V., Hanhur, M., & Mykolenko, Kh. (2023). Influence of methods of main tillage on crop pollution and yield of spring barley in the conditions of the Left-Bank Forest Steppe. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 41–46. doi: 10.31210/spi2023.26.04.08

Spring barley (*Hordeum vulgare* L.) is one of the most important grain fodder and food crops. The significance of this crop consists in the fact that its grain is the most balanced in amino acid composition and in this respect is not inferior to the leading cereals. The research was conducted on the experimental field of the Poltava State Agricultural Research Station named after M. Vavilov during 2022–2023, in a short-term field experiment. According to the results of research, it was found that at initiation of the tillering phase of spring barley plants, the smallest number of weeds seedlings in the field was observed when the plants was grown on the background of moldboard tillage. Under no-shelf tillage, there was observed an increase the number of weeds in the fields by 22.3–28.0 units/m² or 51.0–64.1 % compared to plowing. At the time of harvesting of spring barley, the opposite trend was noted, which indicates a decrease in the level of weed infestation of fields in the variants of flat-cut and chisel tillage by 48.8–64.3 % compared to plowing. According to the experimental data it was found that the mass of weed plants in the air-dried condition both in the tillering phase and before harvesting was the highest in the background of plowing. In the variants of moldboardless tillage with both aggregates CHG-40 and GRS-2, a decrease in weed mass was noted, respectively, by 15.2–45.3 and 4.8–62.7 % and 26.8–45.3 and 21.4–57.8 %, compared to plowing. In the structure of biological groups of weeds, according to the variants of the main tillage, the small annual species dominated, it's part varied from 88.1 to 97.3 %. Among the soil tillage methods, the best conditions for barley growth and development were formed on the background of chisel tillage, where the yield was maximum 5.15 t/ha. Under flat-cut tillage and plowing, the yield of spring barley grain was inferior to chiseling, respectively, by 0.16 and 0.28 t/ha. It was found that increasing the depth of cultivation from 14–16 cm to 22–25 cm did not significantly affect the change in crop yield. That is, the effect of different tillage depths on spring barley yields can be considered as equivalent.

Keywords: spring barley (*Hordeum vulgare* L.), shelf cultivation, no-shelf cultivation, depth of cultivation, infestation, yield.

Вплив способів основного обробітку ґрунту на забур'яненість посівів та урожайність ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу

В. В. Гангур¹ | О. І. Лен² | В. В. Оніпко¹ | М. В. Гангур¹ | Х. В. Миколенко¹

¹ Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна

² Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН України,
м. Полтава, Україна

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.), входить до складу найбільш важливих зернофуражних та продовольчих культур. Дослідження, проведені на Полтавській ДСГДС імені М. І. Вавилова впродовж 2022–2023 рр., виявили, що на початок фази кушення рослин ячменю ярого найменшу кількість сходів бур'янів у посівах спостерігали за умови вирощування культури на фоні полицевого обробітку ґрунту. У разі проведення безполицевого обробітку спостерігається збільшення рясності небажаної рослинності у посівах культури на 22,3–28,0 шт./м² або 51,0–64,1 % порівняно з оранкою. На час збирання ячменю ярого відзначено зворотну тенденцію, яка свідчить про зменшення рівня забур'яненості посівів на варіантах плоскорізного і чизельного обробітку ґрунту на 48,8–64,3 % відносно оранки. Згідно з одержаними експериментальними даними виявлено, що маса рослин бур'янів у повітряно-сухому стані як у фазу кушення, так і перед збиранням найбільшою була на фоні оранки. На варіантах безполицевого обробітку ґрунту як агрегатом ЧГ-40, так і ГРС-2 відзначено зменшення маси бур'янів, відповідно на 15,2–45,3 і 4,8–62,7 % та 26,8–45,3 і 21,4–57,8 % порівняно із оранкою. У структурі біологічних груп бур'янів, за варіантами основного обробітку ґрунту домінували малорічні види, частка яких варіювала в межах від 88,1 до 97,3 %. Серед варіантів обробітку ґрунту кращі умови для росту і розвитку ячменю формувалися на фоні чизельного обробітку ґрунту, де урожайність була максимальною 5,15 т/га. За умови плоскорізного обробітку і оранки врожайність зерна ячменю ярого поступалася чизелюванню, відповідно на 0,16 і 0,28 т/га. Результати досліджень свідчать, що збільшення глибини обробітку з 14–16 см до 22–25 см істотно не позначилося на зміні урожайності культури. Тобто можна вважати рівнозначним вплив різної глибини розпушування на врожайність ячменю ярого.

Ключові слова: ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.), полицевий обробіток, безполицевий обробіток, глибина обробітку, забур'яненість, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Лен О. І., Оніпко В. В., Гангур М. В., Миколенко Х. В. Вплив способів основного обробітку ґрунту на забур'яненість посівів та урожайність ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 41–46.

Вступ

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare L.*), здавна вважається важливою зернофуражною та продовольчою культурою. Про це свідчить те, що зерно ячменю є найбільш збалансованим за складом амінокислот та за цим показником не поступається провідним зерновим культурам, а за вмістом лізину переважає кукурудзу, овес, сорго, пшеницю і рис [2, 3].

Ячмінь входить до групи найбільш поширених зернових колосових культур як у світі, так і в Україні. Господарське призначення зерна ячменю дуже різноманітне – це сировина для харчової, кондитерської, фармацевтичної промисловості, пивоваріння, а також незамінний компонент у виробництві комбікормів для галузі тваринництва. За поживною цінністю зерно ячменю практично прирівнюється до стандартів концентрованих кормів.

Незважаючи на очевидні переваги цієї культури, увага до неї з боку сільськогосподарських підприємств значно зменшилася, що призвело до значного скорочення посівних площ та зниження продуктивності. Це зумовлено щорічним зменшенням поголів'я тварин, недостатньою адаптивністю технологій до перманентних змін клімату, високою забур'яненістю посівів та собівартістю зерна, складністю просування продукції на світовий ринок [4].

Отже, вищенаведене свідчить про необхідність пошуку ефективних технологічних прийомів, які би забезпечили підвищення урожайності зерна ячменю, мінімізували негативний вплив мінливих погодних умов, зменшили рясність бур'янів у посівах культури, скоротили виробничі витрати.

В умовах сьогодення важливим чинником забезпечення стабілізації, більш повної реалізації біологічного потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур та поліпшення якості врожаю є регулювання рясності сеgetальної рослинності у посівах. Наявність бур'янів у посівах зумовлює не лише пригнічення росту і розвитку культурних рослин, але й погіршення якісних показників продукції, використання з ґрунту значної кількості елементів живлення та вологи, а також вони є резервантами шкочинних організмів [8].

У результаті наукових досліджень виявлено, що за відсутності ефективних заходів контролювання наявності небажаної рослинності у посівах польових культур, вони спроможні використовувати з ґрунту близько 160–200 кг/га азоту, 55–90 кг/га фосфору та 170–250 кг/га калію. Відзначено, що навіть за наявності середнього рівня забур'яненості посівів, вони за період вегетації споживають з ґрунту від 60 до 120 мм доступної вологи. Негативним наслідком такого комплексного впливу бур'янів є зниження фактичної продуктивності сільськогосподарських культур суцільного способу сівби на 20–50 % і широкорядного – на 40–80 % і більше від потенційно можливого рівня врожайності [13].

Переважає чисельність видового складу бур'янів здатна формувати велику надземну вегетативну масу і чималу кореневу систему, що зумовлює зростання обсягів використання доступної вологи з ґрунту у десять і більше разів порівняно із культурними

видами. Це обумовлено тим, що рослини бур'янів мають у 3–4 рази більший транспіраційний коефіцієнт [9].

До основних заходів контролю рясності бур'янів у посівах польових культур належать способи та глибина обробітку ґрунту, впровадження науково обґрунтованих сівозмін, система удобрення та прийоми догляду за посівами. Однак, на думку низки науковців, неможливо досягти належного результату із контролювання наявності сеgetальної рослинності в агрофітоценозах за допомогою одного із вищезазначених прийомів, необхідним є їх комплексне, раціональне поєднання з урахування типу забур'яненості [15].

Що стосується обробітку ґрунту, то за результатами наукових досліджень його визначено одним із важливих чинників обмеження поширення та зменшення шкочинності бур'янів [10].

Ґрунтозахисні системи, базовим елементом яких є мінімізація обробітку ґрунту, забезпечують ефективну боротьбу з ерозією, сприяють збереженню вологи, поглинанню карбону, скороченню грошових та енергетичних витрат, але існують проблеми з контролем бур'янів, ризику ущільнення ґрунту [21, 23, 24]. З іншого боку, оранка, тобто звичайний обробіток ґрунту покращує доступність елементів мінерального живлення у ґрунті та агрономічну продуктивність, але виявлено довгострокову тенденцію до погіршення структури ґрунту та збільшення схильності до прояву ерозійних процесів [22, 25].

Результати досліджень свідчать, що систематичний дисковий та плоскорізний обробіток ґрунту упродовж чотирьох ротацій дев'ятипільної сівозміни зумовлює збільшення засміченості ґрунту насінням бур'янів на 22–50 %, відносно щорічної оранки [18].

Результати польових експериментів свідчать, що розпушування ґрунту на різну глибину має неоднозначний вплив на рясність бур'янів у агроценозах ячменю ярого. Результати наукових досліджень різних учених свідчать, що у разі проведення оранки у посівах польових культур спостерігали вдвічі меншу забур'яненість, ніж за умови обробітку знаряддями плоскорізного типу [5]. У дослідях Я. П. Цвей, М. В. Тищенко, С. В. Філоненка [19] відзначено ефективне знищення коренепаросткових видів бур'янів за умови плоскорізного обробітку ґрунту (осот рожевий, берізка польова). Однак вони зазначають, що мінімізація основного обробітку ґрунту зумовлює значне поширення кореневищного бур'яну – пирію повзучого.

На думку науковців ННЦ «Інститут землеробства НААН», безполіцеве розпушування ґрунту є перспективним у технологіях вирощування культур у разі широкого застосування гербіцидів [11].

І. Д. Примак, В. О. Єщенко і Ю. П. Манько вважають, що саме локалізація насіння бур'янів у верхньому шарі ґрунту і є основним чинником, який призводить до високої забур'яненості посівів у разі заміни поліцевого обробітку на безполіцевий [16]. На думку вчених Інституту зернових культур НААН, у зоні посушливого Степу оранка залишається єдиним ефективним способом контролювання забур'яненості полів кореневищними і коренепаростковими видами [20].

За результатами досліджень на зрошуваних землях Півдня України встановлено, що насичення дво-, чотири-пільних сівозмін кукурудзою на зерно на 50 % на фоні полицевого основного обробітку ґрунту, сприяло зниженню забур'яненості посівів у 1,5–2,6 рази та забезпечило найвищу продуктивність і показники економічної ефективності [12].

У досліджах, проведених в умовах Центрального Лісостепу України, спостерігається збільшення урожайності зерна ячменю на 0,2–0,48 т/га за умови систематичної полицевої та комбінованої системи обробітку ґрунту відносно безполицевого розпушування [14].

Отже, на основі проведеного аналізу джерел наукової літератури виявлено, що серед науковців немає одноголосної думки щодо впливу різних способів, глибини основного обробітку ґрунту на забур'яненість та продуктивність посівів. Тому обраний напрям досліджень є актуальним.

Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних способів основного обробітку ґрунту на рясність сегетальної рослинності та урожайність ячменю ярого.

Завдання дослідження: дослідити вплив способів основного обробітку ґрунту на формування ценозу бур'янів у посівах ячменю ярого; вивчити вплив полицевого та безполицевого розпушування на зернову продуктивність ячменю ярого.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на дослідному полі Полтавської ДСГДС імені М. І. Вавилова впродовж 2022–2023 рр. в умовах короткотермінового польового дослідження. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, із вмістом гумусу в орному шарі ґрунту 4,1 %. Вміст основних елементів живлення такий: азоту, що легко гідролізується – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюрнімом та Коновою); рухомого фосфору – 12,8 мг/100 г

Таблиця 1

Вплив способів та глибини основного обробітку ґрунту на рясність бур'янів у посівах ячменю ярого (середнє за 2022–2023 рр.)

Варіант Способи (фактор А)	Глибина, см (фактор Б)	Кількість бур'янів, шт./м ²	
		у фазу кушення	перед збиранням
Полицевий (оранка плугом ПБЛ-3-35)	14–16	49,0	35,6
	18–20	41,8	12,4
	22–25	40,2	27,6
Безполицевий (плоскоріз глибокорозпушувач – ЧГ-40)	14–16	61,8	13,7
	18–20	76,2	9,8
	22–25	77,0	15,1
Безполицевий (глибокорозпушувач стрілоподібний – ГРС-2)	14–16	58,4	10,0
	18–20	63,6	6,2
	22–25	75,9	10,8

За даними обліку перед збиранням ячменю виявлено зміну характеру забур'яненості посівів на різних фонах основного обробітку ґрунту. Найбільшу рясність бур'янів спостерігали у разі проведення різноглибинної оранки (25,2 шт./м²), яка пере-

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

Повна схема дослідження наведена в таблиці 1. Посівна площа дослідної ділянки становила 100 м², а облікової – 80 м². Повторність дослідження – триразова. Розміщення варіантів і повторень – рендомізоване. Попередником ячменю ярого у сівозміні був соняшник. У досліді висівали сорт ячменю ярого Авгур, зернового напрямку використання. Сівбу культури проводили звичайним рядковим способом із шириною міжрядь 0,15 м. Норма висіву насіння ячменю ярого дорівнювала 5,0 млн шт. на гектар схожих насінин. Мінеральні добрива під культуру на всіх варіантах основного обробітку ґрунту вносили із розрахунку N₅₀P₅₀K₅₀.

Облік бур'янів на експериментальних ділянках проводили кількісно-ваговим методом у фазу масового кушення та перед збиранням ячменю ярого [6].

Облік урожаю зерна ячменю ярого проводили методом прямого комбайнування з облікової площі ділянок за допомогою селекційного комбайну Сампо-500.

Статистичну обробку результатів досліджень проведено методом дисперсійного аналізу [6].

Результати та їх обговорення

Результати польового дослідження свідчать про різнобічний вплив способів основного обробітку ґрунту на кількісний та видовий склад бур'янів у посівах ячменю ярого (табл. 1). Так, на початок фази кушення рослини ячменю ярого, найменшу кількість сходів бур'янів виявлено у посівах за умови вирощування на фоні полицевого обробітку ґрунту. Водночас на варіантах безполицевого обробітку спостерігали збільшення рясності небажаної рослинності на 22,3–28,0 шт./м² порівняно з оранкою. Варто зазначити, що серед варіантів безполицевого обробітку виявлено тенденцію щодо збільшення присутності бур'янів у посівах ячменю ярого за умови розпушування ґрунту плоскорізом глибокорозпушувачем ЧГ-40.

вищувала забур'яненість варіантів безполицевого обробітку на 9,0–12,9 шт./м².

Одержаний експериментальний матеріал свідчить, що кількісний склад бур'янового компоненту в посівах культури зазнавав змін і

залежно від глибини розпушування ґрунту. Так, у разі збільшення глибини полицевого обробітку спостерігали зменшення рясності бур'янів на одиниці площі. Але водночас на фоні плоскорізного і чизельного обробітку відзначено обернену тенденцію, яка свідчить про підвищення рівня забур'яненості посівів зі збільшенням глибини обробітку.

Варто зазначити, що в досліді поряд із підрахунком кількості бур'янів визначали їх видовий склад та співвідношення у бур'яновому компоненті малорічних та багаторічних рослин, їх масу в повітряно-

сухому стані. Дослідження свідчать, що глибина розпушування при різних способах обробітку ґрунту позначилася лише на кількості малорічних бур'янів, тоді як рясність багаторічних видів була практично однаковою. Проте у досліді відзначено тенденцію щодо зменшення чисельності багаторічних видів бур'янів у посівах ячменю ярого за умови безполицевого обробітку, зокрема чизельного.

Що стосується маси рослин бур'янів у повітряно-сухому стані, то як у фазу кушення, так і перед збиранням найбільшою вона була на фоні оранки (табл. 2).

Таблиця 2

Маса бур'янів у посівах ячменю ярого залежно від способів та глибини основного обробітку ґрунту (середнє за 2022–2023 рр.)

Варіант Способи (фактор А)	Глибина, см (фактор Б)	Маса бур'янів, г/м ²	
		у фазу кушення	перед збиранням
Полицевий (оранка плугом ПБЛ-3-35)	14–16	11,7	15,8
	18–20	11,8	4,2
	22–25	11,2	10,2
Безполицевий (плоскоріз глибокорозпушувач – ЧГ-40)	14–16	6,4	5,9
	18–20	7,7	4,0
	22–25	9,5	6,5
Безполицевий (глибокорозпушувач стрілоподібний – ГРС-2)	14–16	6,4	9,1
	18–20	6,8	3,3
	22–25	8,2	4,3

На варіантах, де проводили безполицевий обробіток ґрунту як агрегатом ЧГ-40, так і ГРС-2, спостерігали зменшення маси бур'янів у повітряно-сухому стані, відповідно 15,2–45,3 і 4,8–62,7 % та 26,8–45,3 і 21,4–57,8 % порівняно із оранкою. Варто зазначити, що формуванню більшої маси бур'янів на фоні оранки сприяли, на нашу думку, кращі умови для їх росту і розвитку, зокрема поживний.

Аналіз структури біологічних груп бур'янів свідчить, що у фазу кушення рослин у посівах ячменю ярого переважали малорічні види бур'янів, частка яких варіювала в межах від 88,1 до 97,3 %, а багато-річних видів становила від 2,6 до 11,9 %. Також зазначимо, що у структурі малорічних

видів бур'янів нижнє значення цього показника зафіксовано за умови проведення оранки, а верхнє – у разі плоско-різного обробітку ґрунту, а для багаторічних видів бур'янів нижнє значення характерне для варіанту із плоскорізним розпушуванням, а верхнє – для фону із полицевим обробітком ґрунту. Виявлена тенденція щодо структури біологічних груп бур'янів за різних способів основного обробітку ґрунту збеглася і до часу збирання культури.

На основі проведених досліджень виявлено, що способи та глибина основного обробітку ґрунту призводили до формування різного рівня врожайності ячменю ярого (табл. 3).

Таблиця 3

Урожайність зерна ячменю ярого за різних способів та глибини основного обробітку ґрунту, т/га (2022–2023 рр.)

Варіанти досліді Способи обробітку ґрунту (фактор А)	Глибина обробітку ґрунту, см (фактор Б)	Урожайність, т/га
Полицевий (оранка плугом ПБЛ-3-35)	14–16	4,87
	18–20	4,86
	22–25	4,87
	<i>Середнє</i>	4,87
Безполицевий (плоскоріз глибокорозпушувач – ЧГ-40)	14–16	5,01
	18–20	4,99
	22–25	4,98
	<i>Середнє</i>	4,99
Безполицевий (глибокорозпушувач стрілоподібний – ГРС-2)	14–16	5,16
	18–20	5,14
	22–25	5,14
	<i>Середнє</i>	5,15
НІР _{0,95} за фактором А		0,22
НІР _{0,95} за фактором Б		0,30

Результати досліджень свідчать, що найвищу урожайність зерна культури одержано за умови чизельного обробітку ґрунту. У разі плоскорізного обробітку і оранки врожайність зерна ячменю ярого

поступалася чизелюванню, відповідно на 0,16 і 0,28 т/га. Зазначимо, що на варіанті плоскорізного обробітку ґрунту продуктивність ячменю ярого також була вищою порівняно з полицевим

обробітком, відповідно на 0,12 т/га, приріст урожайності був несуттєвим і його значення перебувало в межах найменшої істотної різниці.

Що стосується впливу глибини основного обробітку ґрунту на рівень урожайності, то під час дослідів виявлено, що за умови збільшення глибини обробітку з 14–16 см до 22–25 см зернова продуктивність культури була практично однаковою. Тобто можна вважати рівнозначним вплив різної глибини розпушування на врожайність культури.

Отже, результати досліджень свідчать, що способи основного обробітку ґрунту мають безпосередній вплив на зміну рясності бур'янового компоненту в посівах ячменю ярого. Так, найменшу кількість бур'янів в фазу кушення спостерігали у разі проведення оранки. Безполицевий основний обробіток ґрунту зумовив збільшення забур'яненості посівів на 51,0–64,1 % порівняно з оранкою. Перед збиранням культури спостерігали зворотну тенденцію, яка свідчить про нижчий рівень присутності бур'янового компоненту на варіантах плоскорізного і чизельного обробітку ґрунту відносно оранки (на 48,8–64,3 %).

В. П. Борона зі співавторами [1] на підставі експериментальних даних також підтверджують збільшення чисельності бур'янів у агроценозах в 1,4–2,3 раза за умови проведення безполицевого (плоскорізного, поверхневого) обробітку ґрунту порівняно з оранкою. У дослідях В. І. Зінченко зі співавторами виявлено зростання актуальної забур'яненості посівів у 1,8–2,6 раз за умови тривалого плоскорізного обробітку порівняно з оранкою. Проте вони зауважують, що саме цей спосіб основного обробітку забезпечував краще очищення верхнього шару ґрунту від насіння сегетальної рослинності [7].

Що стосується впливу способів обробітку ґрунту на урожайність ячменю ярого, то результати досліджень свідчать про перевагу розпушування безполицевими знаряддями, що забезпечило збільшення урожайності зерна на 3,1–5,4 % порівняно з оранкою. Таку ж залежність урожайності ячменю ярого від способів основного обробітку ґрунту виявлено за експериментальними даними, одержаними на чорноземних ґрунтах Лівобережного Лісостепу [17].

Висновки

За результатами досліджень, проведених в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України, можна зробити висновок про рівноцінність полицевої оранки та плоскорізного обробітку і істотну перевагу розпушування ґрунту знаряддями чизельного типу за впливом на формування урожайності ячменю ярого. Збільшення глибини безполицевого обробітку ґрунту не супроводжувалося істотним зростанням зернової продуктивності ячменю. Заміна оранки на обробіток знаряддями плоскорізного і чизельного типу зумовлювали підвищення рясності бур'янів на початку вегетації ячменю ярого. Проведення заходів із захисту посівів, посилення міжвидової конкуренції забезпечили перевагу варіантів безполицевого обробітку над оранкою щодо зменшення забур'яненості посівів до часу збирання

культури. Встановлено, що за умови полицевого обробітку кількість бур'янів зменшилася на 42,3 %, а за умови безполицевих – на 82,0–86,4 %.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу способів і глибини основного обробітку ґрунту на нагромадження вологи та водоспоживання посівів.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Borona, V. P., Karasevych, V. V., Zadorozhnyi, V. S., & Neilyk, M. M. (2009). Intehrovanyi kontrol nad burianamy v ahrotsenozakh kormovykh i zernofurazhnykh kultur. *Visnyk Ahrarynoi Nauky*, 3, 14–16. [in Ukrainian]
2. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, N. V. (2021). Effect of minimizing soil tillage on moisture supply and spring barley productivity in the zone of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 128–134. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.15>
3. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, N. V. (2022). Impact of different tillage systems on soil nutrient regime in the field of winter wheat and spring barley in the Left-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 38–44. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.04>
4. Hanhur, V. V., & Hanhur, M. V. (2023). Variation of soil hardness under different systems of its cultivation for spring barley. *Taurian Scientific Herald*, 130, 29–35. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.5>
5. Hrytsiuk, N., Plotnytska, N., Tymoshchuk, T., Dovbysh, L., & Bondareva, L. (2020). Influence of the tillage on weediness of winter wheat crops in conditions of Ukrainian Polissia. *Scientific Horizons*, 90 (5), 15–21. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-90-5-15-21>
6. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk*. Vinnytsia: PP «TD «Edelveis i K»» [in Ukrainian]
7. Zinchenko, V. I., Zhenchenko, K. G., & Ugnivenko, N. V. (1990). Zemledeliyu Kryma – pochvozashtitnyu agrotehniku. *Zemledelie*, 8, 34–36. [in Russian]
8. Ivashchenko, O. O. (2001). *Buriany v ahrofitotsenozakh*. Kyiv: Svit [in Ukrainian]
9. Kyryliuk, V. P. (2009). Vplyv system osnovnoho obrobittku ґruntu na zaburianenist posiviv horokhu. *Zbirnyk Naukovykh Prats NNTS «Instytut Zemlerobstva UAAN»*, 3, 28–36. [in Ukrainian]
10. Krivenko, A. I., Pochkolina, S. V., & Bezedi, N. G. (2019). Weeds Species in winter wheat crops depending on predecessors and different systems of basic cultivation in the Black Sea Steppe Region. *Taurian Scientific Herald*, 108, 53–62. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.8>
11. Maliienko, A. M., Tarariko, N. M., Lychuk, H. I., Skuriatin, Yu. M., & Kolomiets, V. M. (2004). Rodiuchist dernovo-pidzolistoho supishchanoho hruntu ta produktyvnist sivozminy za tryvaloho zastosuvannia polynevoho ta bezpolytsevoho obrobittkiv. *Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk «Zemlerobstvo»*, 76, 3–10. [in Ukrainian]
12. Maliarchuk, N. P., Tomnitsky, A. V., Malyarchuk, A. S., & Mishukova, L. S. (2020). Impurity of sowing and productivity of crop rotations depending on correlation of cultures and systems of tillage of soil on irrigation of south of Ukraine. *Agrarian Innovations*, 2, 56. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.2.9>
13. Manko, Yu. P., Veselovskyi, I. V., Orel, L. V., & Tanchyk, S. P. (1998). *Buriany ta zakhody borotby z nymy*. Kyiv: Uchbovo-metodychnyi tsentr Minahropromu Ukrainy [in Ukrainian]
14. Obrazhii, S. V. (2015). Urozhainist kultur za ryznykh system osnovnoho obrobittku hruntu ta rivniv udobrennia v zernoprosapnii sivozmini Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Ahrarynoi Nauky Prychornomia*, 3, 131–142. [in Ukrainian]

15. Prymak, I. D., Karpenko, V. H., & Panchenko, O. B. (2016). Zaburianenist ahrofitotsenoziv spetsializovanoi sivozminy za riznykh system osnovnoho obrobitku i udobrennia u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. *Ahrobiolohiia*, 1, 5–13. [in Ukrainian]
16. Prymak, I. D. (Ed.), Yeshchenko, V. O., Manko, Yu. P., Trehub, M. I., Prymak, O. I. (2007). Resursozberihaiuchi tekhnolohii mekhanichnoho obrobitku gruntu v suchasnomu zemlerobstvi Ukrainy. Kyiv: «KVITs» [in Ukrainian]
17. Sokyrko, P. H. (2011). Vplyv sposobiv obrobitku gruntu na formuvannia produktyvnosti yachmeniu yaroho. *Biuletyn Instytutu Zernovoho Hospodarstva*, 40, 97–101. [in Ukrainian]
18. Tkachuk, V. P., Saiuk, O. A., Plotnytska, N. M., Hurmanchuk, O. V., & Pavliuk, I. O. (2018). Influence of methods of basic surface treatment and fertilizer systems on obstinacy of field crops. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 70–73. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.11>
19. Tsvei, Ya. P., Tyshchenko, M. V., & Filonenko, S. V. (2018). Monitoring of the obstinacy of crops in agricultural crop in the line of grain-beet rotation in production conditions. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 23–30. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.03>
20. Tsykov, V. S., & Matiukha, L. P. (2003). Udoskonalennia systemy kontroliu zaburianenosti v Stepu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 7, 20–24. [in Ukrainian]
21. Blanco-Canqui, H., & Wortmann, C. S. (2020). Does occasional tillage undo the ecosystem services gained with no-till? A review. *Soil and Tillage Research*, 198, 104534. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104534>
22. Haruna, S. I., & Nkongolo, N. V. (2020). Influence of cover crop, tillage, and crop rotation management on soil nutrients. *Agriculture*, 10 (6), 225. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060225>
23. Lal, R., Reicosky, D. C., & Hanson, J. D. (2007). Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming. *Soil and Tillage Research*, 93 (1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.11.004>
24. Schlüter, S., Albrecht, L., Schwärzel, K., & Kreiselmeier, J. (2020). Long-term effects of conventional tillage and no-tillage on saturated and near-saturated hydraulic conductivity – Can their prediction be improved by pore metrics obtained with X-ray CT? *Geoderma*, 361, 114082. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114082>
25. Simić, M., Dragičević, V., Mladenović Drinić, S., Vukadinović, J., Kresović, B., Tabaković, M., & Brankov, M. (2020). The contribution of soil tillage and nitrogen rate to the quality of maize grain. *Agronomy*, 10 (7), 976. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070976>

ORCID

- V. Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>
O. Len  <https://orcid.org/0000-0003-1498-8315>
V. Onipko  <https://orcid.org/0000-0002-2260-971X>
M. Hanhur  <https://orcid.org/0009-0000-5596-1165>



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

The estimation of lentil biological properties, productivity and yield capacity

S. Kholod¹ | O. Chetveryk² | V. Liashenko² | M. Khomenko²

Article info

Correspondence Author

V. Liashenko

E-mail:

viktor.liashenko@ukr.net

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

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

Citation: Kholod, S., Chetveryk, O., Liashenko, V., & Khomenko, M. (2023). The estimation of lentil biological properties, productivity and yield capacity. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 47–53. doi: 10.31210/spi2023.26.04.09

The value of lentil is presented in the article and the study was conducted as to finding productive samples according to their biological properties, yield indicators and the components in agro-climatic conditions of the Southern Forest-Steppe zone of Ukraine. The research was conducted during 2020–2022 in field and laboratory conditions of V. Ya. Yurieva Ustymivka Experimental Station of Plant Growing of the Institute of Plant Growing, of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. 35 lentil samples (*Lens culinaris* Medik.) from Lebanon were the study material. It has been established that the least variable are the following signs: the duration of seedlings-blooming period and the duration of seedlings-ripening period, while seed weight per plant, the amount of pods on the plant and the amount of seeds on the plant are the most variable signs. The correlation relation between the signs of plant height and the height of the lower pod attachment ($r = 0.67$), between productivity and the amount of pods on the plant ($r = 0.76$), and between productivity and the number of seeds per plant ($r = 0.84$) is the most close positive. In the southern part of the Forest-Steppe of Ukraine, lentil experimental samples formed grain yield from 77 to 167 g/m². The analysis of the average yield during the study years has shown that the most high-yielding are the following samples: 2009S 96568-1, 09S 83210-08, 2009S 96101-5, 09S 83251-21, ILL 7947, 09S 83253-04. On the average, during the research years, the following lentil samples demonstrated the highest productivity: 2009S 96575-6 (3.0 g/m²), 09S 83210-08 (3.3 g/m²), 09S 83251-21 (2.9 g/m²), 09S 83253-04 (2.8 g/m²). The plant productivity indicators were high owing to both increased amount of seeds and the amount of pods on the plant. Such samples as 09S 83251-21, 09S 83253-04, ILL 7947, 2009S 96578-1, 09S 83210-08, 09S 83259-13 can be singled out as to the combination of a high level of the following signs' manifestation: the amount of pods on the plant, the amount of seeds in a pod, and thousand-seed weight.

Keywords: lentil, samples, growing period, plant height, valuable economic signs, productivity, thousand-seed weight.

Оцінка біологічних властивостей, продуктивності та врожайності сочевиці

С. М. Холод¹ | О. О. Четверик² | В. В. Ляшенко² | М. Р. Хоменко²

¹Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, с. Устимівка, Полтавська область, Україна

²Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У статті наведено цінність культури сочевиці та проведено дослідження щодо виявлення продуктивних зразків за біологічними властивостями, показниками врожайності та її складниками в агрокліматичних умовах зони південного Лісостепу України. Дослідження проведено впродовж 2020–2022 років у лабораторних і польових умовах в Устимівській дослідній станції рослинництва ІР імені В. Я. Юр'єва НААНУ. У дослідження було залучено 35 зразків сочевиці (*Lens culinaris* Medik.), отриманих з Лівану. Встановлено найменш варіабельні ознаки «тривалість періоду сходи–цвітіння» та «тривалість періоду сходи–дозрівання», а найбільш – «маса насіння з рослини», «кількість бобів на рослині» та «кількість насінин на рослині». До найбільш тісного позитивного відноситься кореляційний зв'язок поміж ознаками «висота рослини» та «висота прикріплення нижнього бобу» ($r = 0,67$), між «продуктивністю» і «кількістю бобів на рослині» ($r = 0,76$) та між «продуктивністю» та «кількістю насінин з рослини» ($r = 0,84$). В умовах південної частини Лісостепу України дослідні зразки сочевиці формували врожай зерна від 77 до 167 г/м². Аналіз середньої врожайності за роки досліджень свідчить, що до найурожайніших зразків належать: 2009S 96568-1, 09S 83210-08, 2009S 96101-5, 09S 83251-21, ILL 7947, 09S 83253-04. В середньому за роки досліджень найбільшу продуктивність показали такі зразки сочевиці: 2009S 96575-6 (3,0 г/м²), 09S 83210-08 (3,3 г/м²), 09S 83251-21 (2,9 г/м²), 09S 83253-04 (2,8 г/м²). Показники продуктивності рослини були високими завдяки як підвищеній кількості насінин, так і кількості бобів на рослині. У разі поєднання високого рівня вияву ознак кількості бобів з рослини та насіння на рослині, кількості насіння в бобі, маси 1000 насінин можна виділити такі зразки: 09S 83251-21, 09S 83253-04, ILL 7947, 2009S 96578-1, 09S 83210-08, 09S 83259-13.

Ключові слова: сочевиця, зразки, вегетаційний період, висота рослин, продуктивність, цінні господарські ознаки, маса 1000 насінин.

Бібліографічний опис для цитування: Холод С. М., Четверик О. О., Ляшенко В. В., Хоменко М. Р. Оцінка біологічних властивостей, продуктивності та врожайності сочевиці. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 47–53.

Вступ

За умов глобального потепління клімату на Землі, що спостерігається в усьому світі, це сприяє зниженню врожаїв сільськогосподарських культур, до яких відносяться й основні зернобобові культури України – горох і соя. Отже, надважливим є розповсюдження у виробництві посухостійких культур, серед яких доцільно виділити сочевицю [1]. Вона достатньо добре пристосована до умов помірно посушливого клімату, тоді як за посухостійкістю практично не поступається нуту та чині [2, 3]. Однак сочевиця на відміну від нуту є більш толерантною до надлишкового зволоження та стійкою до небезпечних хвороб (наприклад, аскохітоз, фузаріоз), що сприяє її більшому розповсюдженню в умовах Лісостепової зони України. В Україні сочевиця малопоширена, однак у країнах Азії та Західної Європи вона лишається цінною продовольчою культурою, адже належить до культур із досить високою посухо- і холодостійкістю, добре пристосована до вирощування в умовах помірного клімату [3].

За кількістю білка сочевиця посідає друге місце після сої та перевищує горох, нут і квасолу. За різними літературними джерелами, вміст білка в зерні варіює в межах від 20 до 36 % [4, 5]. У білку сочевиці багато таких незамінних амінокислот, як аргінін і лізин. У насінні сочевиці містяться вітаміни групи В (тіамін, рибофлавін, ніацин), мінеральні речовини, такі як кальцій, натрій, калій, магній фосфор і залізо [1, 6], високий рівень незамінних амінокислот [7], високий вміст складних вуглеводів, особливо крохмалю, є важливим джерелом енергії [8] та має лікувальне значення [9, 10].

Серед бобових культур сочевиця є важливою харчовою культурою, зважаючи на її глобальне виробництво, торгівлю та популярність серед кінцевих споживачів [11]. Тому широко застосовується як у дієтичному, так і в повсякденному харчуванні. [12, 13]. Вона характеризується великим генетичним потенціалом урожайності та високою поживною цінністю, а також пластичністю до мінливих погодних умов. Сочевиця поряд з іншими зернобобовими культурами виконує важливу функцію у збільшенні азоту в землеробстві, підвищенні родючості ґрунтів, сприянні екологічній стабільності меліорованих агроландшафтів, біологізації сільськогосподарського виробництва тощо [1, 14].

Наразі найбільші посівні площі сочевиці знаходяться в таких країнах, як Австралія, Індія, Канада, Туреччина. Основними експортерами зерна сочевиці є Канада й Австралія [15]. Перспектива щодо вирощування сочевиці в Україні полягає в тому, що наявний кліматичний потенціал дає змогу при використанні наявних сортів отримувати конкурентний урожай. В Україні середній урожай сочевиці перебуває в межах 10...12 ц/га [16]. Але питанню генетики та селекції сочевиці в Україні наразі приділяють недостатньо уваги, що, безсумнівно, гальмує освоєння продуктивних методів селекції цієї цінної продовольчої культури та її поширенню у виробництві.

Урожайність сочевиці наразі залишається на достатньо низькому рівні, як в Україні, так і в інших країнах. Для збільшення продуктивного потенціалу цієї культури важливого значення набуває дослідження її генофонду, напрями збільшення генетичного різноманіття завдяки гібридизації. Отже, найбільш актуальною в цьому напрямі є створення та добір селекційного матеріалу, адаптованого до умов певного регіону, з огляду на мінливість середовища та його лімітуючі фактори.

Мета дослідження

Мета дослідження проведення морфобіологічної та господарської оцінки зразків сочевиці з метою виділення перспективного вихідного матеріалу за умови стабільного вияву ознак для застосування у селекційних програмах з адаптивності та підвищення продуктивності.

Завдання дослідження: здійснити оцінку сприятливості гідротермічного режиму за роки дослідження вирощування сочевиці; дослідити зразки сочевиці за господарсько-біологічними ознаками та визначити межі їх варіювання; проаналізувати кореляційний зв'язок між урожайністю та кількісними ознаками сочевиці; за результатами виділити зразки, які можуть бути використані в селекції зі створення нових сортів сочевиці.

Матеріали і методи

Дослідження проведені впродовж 2020–2022 років у лабораторних і польових умовах Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААНУ (УДСР), що належать до центральної частини Кременчуцького району Полтавської області та південної частини зони Лісостепу України (межує зі Степом). У зоні розміщення УДСР клімат помірно континентальний з жарким і часто сухим літом, нестійким зволоженням, холодною зимою. Середньорічна температура повітря становить +8,2 °С, максимальна – +38 °С (липень), мінімальна – -26 °С (січень). Варто відмітити, що за останні 10 років середньорічні температури в регіоні підвищилися більш ніж на 1 °С. Річна кількість опадів коливається від 430 до 480 мм. Ґрунти – середньосуглинкові потужні чорноземи зі вмістом гумусу до 3,84 %.

Матеріалом дослідження послужили 35 зразків сочевиці походженням із Лівану (LBN) (ICARDA). Досліджуваний матеріал є частиною зразків, що надійшли у Національний центр генетичних ресурсів рослин України в рамках екологічного вивчення зарубіжного матеріалу за комплексом господарсько-цінних ознак у різних зонах.

Польові досліді розташовувалися по чорному пару. Агротехніка – загальноприйнята. Проведення дослідів, оцінка й аналіз отриманих результатів за якісними й урожайними показниками проведено відповідно до Методичних рекомендацій з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур [17]. Сівбу проводили вручну у двократній повторності в оптимальні для сочевиці строки (I–II декада квітня).

Ділянки – трирядкові, довжиною 4 м з міжряддям 0,20 м, площею 2,4 м². Норма висіву – 100 насінин на 1 м². Як стандарт було використано сорт сочевиці українського походження Лінза, який розташовували через 20 номерів. Догляд за посівами – ручне прополювання.

Протягом вегетаційного періоду проводили спостереження й опис сортозразків. Під час вегетації рослин фіксували такі фенологічні фази розвитку сочевиці: сходи (ВВСН09), початок цвітіння (ВВСН60), повне цвітіння (ВВСН65), плодоношення (ВВСН71), повна стиглість (ВВСН89). У фазі масового цвітіння відмічали забарвлення квіток, за 9-бальною шкалою обліковували ураження рослини хворобами. У фазі повної стиглості (ВВСН97) у польових умовах вимірювали висоту рослин і висоту прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту. Урожай збирали вручну. Після проведення структурного аналізу снопи обмолочували.

У лабораторних умовах проведено структурний аналіз таких кількісних ознак: кількість бобів на рослині, кількість насінин із рослини та зерен з бобу з

огляду на Методику проведення експертизи сортів рослин групи зернобобових та круп'яних на відмінність, однорідність і стабільність [18] та посібник з Ідентифікації ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця) [19]. Математичну обробку отриманих результатів виконували за допомогою дисперсійного аналізу однофакторного польового досліду. Статистичну обробку результатів досліджень і визначення достовірності отриманих експериментальних даних здійснено з використанням стандартних програм (Microsoft Excel).

Метеорологічні умови, що склалися під час вегетації в період дослідження матеріалу, дали змогу проаналізувати інтродуковані сортозразки на адаптивність до умов Південного Лісостепу й оцінити за господарсько-цінними показниками.

Весняно-літній (квітень–липень) період вегетації сочевиці 2020–2022 рр. характеризувався контрастними гідротермічними показниками, особливо кількістю та розподілом опадів упродовж вегетації рослин сочевиці (таблиця 1).

Таблиця 1

Гідротермічний режим у роки досліджень сочевиці (2020–2022 рр.)

Місяць	Декада	Середньодобова температура повітря, °С			Х	Кількість опадів, мм			
		Х	2020	2021		2022	2020	2021	2022
Квітень	I		9,4	7,7	10,5		0,0	9,6	9,3
	II	8,9	10,1	10,0	6,9	44	3,3	5,0	55,6
	III		12,8	9,7	12,4		8,6	12,4	5,4
Травень	I		15,8	14,3	14,5		15,3	15,4	20,9
	II	15,9	14,8	17,3	16,4	50	13,1	14,6	19,5
	III		13,7	18,6	17,5		52,8	34,3	22,3
Червень	I		19,5	16,5	21,8		17,4	36,7	20,9
	II	19,5	26,6	22,1	22,9	57	4,2	64,3	0,0
	III		25,5	25,8	21,7		6,1	0,0	22,4
Липень	I		25,9	25,9	23,5		15,4	4,8	17,0
	II	21,0	21,6	26,5	19,8	72	16,0	16,8	57,8
	III		24,5	25,3	22,1		0,0	17,2	17,4
За період			18,3	18,4	17,5		152,2	231,1	268,5

Примітка: Х – середньобогаторічні показники.

Середньодобова температура в період вегетації сочевиці становила 18,3 °С (2020 р.), 18,4 °С (2021 р.), 17,5 °С (2022 р.) багаторічний показник – 16,3 °С, кількість опадів – 152,2; 231,1 та 268,5 мм відповідно. Погодні умови 2022 р. в період вегетації були найбільш придатними для росту та розвитку сочевиці. В усі три роки вивчення в період сходи–цвітіння була наявна достатня кількість вологи у ґрунті для одержання повноцінних сходів і розвитку рослин. У період сівба–сходи 2020–2022 рр. середньодобова температура була на рівні 10,3 °С. Кількість опадів 2020 р. становила 11,9 мм, 2021 р. – 17,4, 2022 р. – 61,0 мм. У фазі сходи–цвітіння середньодобова температура 2020 р. дорівнювала 15,3 °С, 2021 р. – 15,5 °С, 2022 р. – 16,5 °С при нормі 15,9 °С, кількість опадів – 107,2 мм; 113,4 та 89,0 мм відповідно. Це дало змогу рослинам сочевиці сформувати добру вегетативну масу та повноцінну зав'язь. У період наливу зерна середня температура 2020 р. становила – 23,8 °С, 2021 р. – 22,6 °С, 2022 р. – 22,1 °С. Кількість опадів 2020 р. складала 43,1 мм, 2021 р. – 105,8 мм, 2022 р. – 60,3 мм (за даними метеопосту УДСР).

Результати та їх обговорення

Результати дослідження дали змогу досить широко оцінити зразки сочевиці за господарсько-біологічними ознаками та визначити межі їх варіювання (таблиця 2).

Незалежно від умов вирощування, найбільший коефіцієнт варіації був у показників «маса насіння з рослини» ($V = 36,6\%$), «кількість бобів на рослині» ($V = 30,2\%$) та «кількість насінин на рослині» ($V = 27,0\%$), а найменший – у показників «тривалість періоду сходи–цвітіння» ($V = 3,2\%$) та «тривалість періоду сходи–дозрівання» ($V = 2,4\%$).

Тривалість вегетаційного періоду є важливою біологічною властивістю рослин і залежить від температурних умов – чим вища середньодобова температура повітря, тим коротший вегетаційний період і, навпаки, чим вона нижча, тим вегетаційний період довший [16].

Довжина вегетаційного періоду та тривалість походження окремих фенологічних фаз дуже важлива при підборі пар для схрещування та у процесі роботи

з гібридним і селекційним матеріалом, оскільки скоростиглі сорти забезпечують проведення своєчасного збирання, отримання повноцінного, високоякісного насіннєвого матеріалу [20].

Таблиця 2

Характеристика зразків сочевиці за основними господарсько-біологічними показниками, 2020–2022 рр.

Показник	X	Min	Max	R (max-min)	V, %
Тривалість періоду сходо-цвітіння, дб	48,8	45	50	5	3,2
Тривалість вегетаційного періоду, дб	85,5	82	89	7	2,4
Висота рослини, см	30,3	20,2	33,6	13,4	9,5
Висота прикріплення нижнього бобу, см	13,9	7,8	18,2	10,4	17,2
Кількість бобів на рослині, шт.	40,3	23,2	74,0	50,8	30,2
Кількість насінин на рослині, шт.	59,4	31,4	87,2	55,8	27,0
Кількість насінин в бобі, шт.	1,9	1,2	2,1	0,9	12,8
Довжина бобу, мм	1,5	1,4	1,9	0,5	6,7
Ширина бобу, мм	0,7	0,5	1,1	0,6	20,2
Маса насіння з рослини, г	2,0	0,9	4,5	3,6	36,6
Маса 1000 насінин, г	45,9	30,0	64,7	34,8	18,4

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

Основна частина дослідного матеріалу (91,4 %) віднесена до середньостиглої групи (тривалість вегетаційного періоду від 84 до 87 дб), нечисельною була група пізньостиглих зразків – 8,6 % (вегетаційний період від 88 до 89 дб). Міжфазний період «сходо-цвітіння» у зразків тривав 37–43 доби та зв'язку між ним і продуктивністю не спостерігали ($r = 0,11$). Але короткий період до цвітіння дозволяє рослинам здійснити швидкий перехід до критичної за водоспоживанням фази, що сприяє більш ефективному використанню запасів вологи у ґрунті.

Удосконалення сортів сочевиці здійснюється згідно зі встановленою обґрунтованою моделлю сорту, яка відображає адаптацію майбутніх сортів до умов механізованого вирощування – високе прикріплення нижніх бобів над поверхнею ґрунту (понад 15 см) та загальну довжину його стебла від 40 см і вище, що дозволяє формувати високий рівень урожаю за умови якісного механізованого збирання [21]. Висота прикріплення нижніх бобів так само, як і довжина стебла належить до ознак, що характеризують технологічність сорту. Високе прикріплення нижніх бобів дає можливість зменшити втрати насіння нижнього ярусу при механізованому збиранні.

У середньому за роки дослідження висота прикріплення нижнього бобу була в межах від 7,8 до 18,2 см і спостерігалася середня варіабельність ознаки. За ознакою «висота прикріплення нижнього бобу» зразки розподілилися таким чином: низьке (< 11 см) розміщення бобів над рівнем ґрунту притаманне двом зразкам, що складає 5,7 % від загальної кількості. Найчисельнішою була група з високою (15–20 см) висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту – 15 зразків (42,9 %).

Середнє розміщення за вказаною ознакою (11–14 см) мали 13 зразків (37,1 %).

Встановлено, що продуктивність рослин сочевиці значною мірою залежить від їх висоти. Це можна пояснити тим, що чим довше рослина (пагін), тим утворюється більша кількість плідних вузлів, бобів і зерен. Сорт сочевиці вважається високотехнологічним, якщо висота рослин становить не менше 40 см [21]. За ознакою «довжина стебла» зразок характеризується не тільки за висотою, а і за його придатністю до прямого механізованого збирання врожаю.

Виявлено, що висока довжина стебла (31–60 см) притаманна 19-ти зразкам, що становить 54,3 % від їх кількості. Середня довжина стебла (21–30 см) була лише у 16-ти зразків (45,7 %). За поєднанням високої довжини стебла з середньою висотою прикріплення нижнього бобу виділено 19 зразків, тобто 54,3 % загальної кількості зразків. Відтак, підтверджується тісний позитивний кореляційний зв'язок між ознаками «висота рослини» і «висота прикріплення нижнього бобу» ($r = 0,67$) (таблиця 3).

До основних компонентів насіннєвої продуктивності відносять такі ознаки: кількість бобів з рослини та насінин на рослині, кількість насіння в бобі, показники параметрів бобу, маса насіння з рослини та маса 1000 насінин.

Кількість бобів на одну рослину була однією з найбільш варіабельних ознак – коефіцієнт варіації змінювався залежно від умов року і в середньому становив 30,2 %. Усі зразки, що вивчали, були розподілені на групи залежно від кількості бобів на рослині. Встановлено, що найбільшу частку становить група зразків із середньою кількістю бобів на рослині (від 56 до 85 % відносно до стандарту) – 20 зразків (57,1 %). Наступні дві групи – це групи з дуже низькою (< 45 %) та низькою кількістю бобів на рослині (від 46 до 56 %), до яких віднесено 2 та 8 зразків, що становить, відповідно, 5,7 та 22,9 %. До групи з високою кількістю бобів на рослині (від 101 до 128 %) віднесено 5 зразків (14,3 %).

У середньому за роки вивчення кількість бобів на рослині варіювала в межах від 23,2 до 74 штук, що в середньому становило 40,3 шт. Переважна більшість зразків сформувала 40–45 бобів на рослині. В середньому за роки вивчення найбільшою вона була у зразків: 09S 96510-12 – 62,0 шт., 09S 83210-08 – 62,2 шт., 09S 83251-21 – 74,0 шт., ILL 7947 – 60,0 шт., 09S 83253-04 – 58,2 шт. Усього виділено 5 зразків, які за роки досліджень мали більшу кількість бобів на рослині порівняно зі стандартом. Ця ознака має високий кореляційний зв'язок з масою насіння з рослини ($r = 0,76$) та кількістю насінин з рослини ($r = 0,84$).

Репродуктивна здатність рослини, що визначається кількістю насіння на рослині, – основна ознака, що забезпечує селективну перевагу генотипу. Кількість насіння на рослині є похідним від кількості бобів на рослині та кількості насіння в бобі [22].

Кількість насіння на рослині в середньому за роки вивчення була в межах від 31,4 до 87,2 шт., розмах варіації становив 55,8 шт., спостерігалася висока варіабельність показника (коефіцієнт варіації – 27 %).

Найбільшу кількість насінин на одній рослині формували зразки 2009S 96511-3 – 72,4 шт., 2009S 96101-2 – 72,8 шт., 2009S 96575-6 – 70,0 шт., 09S 96510-12 – 86,8 шт., 09S 83210-08 – 84,7 шт.,

09S 83259-13 – 76,4 шт., 09S 83251-21 – 78 шт., 09S 83253-04 – 73,1 шт., ILL 7947 – 70,0 шт., ILL 4400 – 72,4 шт., 2009S 96578-1 – 87,2 шт.

Таблиця 3

Коефіцієнт кореляції врожайності та кількісних ознак сочевиці (2020–2022 рр.)

Ознака	Урожайність, г/м ²	Висота рослини, см	Висота прикріплення нижнього бобу, см	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість насінин на рослині, шт.	Ширина бобу, мм	Довжина бобу, мм	Кількість насіння в бобі, шт.	Маса насіння з рослини, г
Висота рослин, см	0,46	–	–	–	–	–	–	–	–
Висота прикріплення нижнього бобу, см	0,53	0,67	–	–	–	–	–	–	–
Кількість бобів на рослині, шт.	0,02	0,02	-0,04	–	–	–	–	–	–
Кількість насінин на рослині, шт.	0,02	-0,02	0,01	0,84	–	–	–	–	–
Ширина бобу, мм	0,24	0,36	0,41	0,04	0,09	–	–	–	–
Довжина бобу, мм	0,00	0,23	0,22	-0,03	-0,14	0,52	–	–	–
Кількість насіння в бобі, шт.	0,21	0,14	0,11	0,21	0,33	0,10	-0,05	–	–
Маса насіння з рослини, г	0,19	0,37	0,22	0,76	0,66	0,37	0,26	0,36	–
Маса 1000 насінин	0,14	0,71	0,42	0,04	0,02	0,53	0,41	-0,03	-0,49

Примітки: при значенні коефіцієнта кореляції від 0,10 до 0,29 зв'язок оцінюють як слабкий; від 0,30 до 0,49 – помірний; від 0,50 до 0,69 – значний; від 0,710 до 0,89 – тісний; 0,90 і вище – дуже тісний.

Залежно від кількості насіння в бобі зразки були розподілені на відповідні групи. Найбільшу частку становила група зразків із середньою кількістю (1,1–2,0 шт.) насінин у бобі – 96,5 %, і значно меншу частку – група із малою кількістю (лише по одній насініні) – 3,5 %. Залежно від року вивчення кількість насінин у бобі варіювала від 1,2 до 2,1 шт. і в середньому становила 1,9 штуки. По 3 насініні у бобі формували зразки: 2009S 96501-5, 2009S 96101-5.

Довжина бобу в середньому за роки вивчення була в межах від 14 до 19 мм, розмах варіації становив 5 мм, спостерігалася слабка варіабельність (коефіцієнт варіації – 6,7 %). Найдовші боби зафіксовано у зразків ILL 7947 – 19 мм, 09S 96504-02 і 09S 96102-08 – по 18 мм. Ширина бобу у зразків сочевиці становила в середньому 7 мм. Виділено 23 зразки (65,7 %), які мали ширину бобу на рівні 4–7 мм., а 9 зразків (25,7 %) – на рівні 8–10 мм. Найширші боби зафіксовано у зразків 09S 96102-08 – 11 мм, 2009S 96575-6 – 11 мм, 2009S 96101-5 – 11 мм.

Варто зазначити, що колір зерна сочевиці є важливим параметром якості, оскільки він впливає на сприйняття споживачами і, отже, на вартість продукту із сочевиці [23]. Весь матеріал сочевиці, який вивчали, мав світле забарвлення насінневої оболонки та опуклу форму насінин.

Урожайність сочевиці залежить від продуктивності її рослин, яка, зі свого боку, зумовлює взаємодію низки показників структури врожаю. Одним із таких елементів є маса 1000 насінин, яка значною мірою визначає продуктивність сорту, а також є важливим компонентом, що характеризує продовольчі переваги сорту [24].

У середньому за роки вивчення маса 1000 насінин варіювала в межах від 29,96 до 64,72 грама. Найбільшу частку становить група зразків із середньою масою 1000 насінин 41–60 г – 22 зразки,

що становить 62,9 % від їх загальної кількості. До другої групи із малою масою 21–40 г віднесено 11 зразків (31,4 %), і 2 зразки – до групи з великим насінням (61–80 г) – 9,7 %. Найбільш крупне насіння формують зразки: ILL 4400 – 64,1 г, 2009S 96578-1 – 51,9 г, ILL 7947 – 64,9 г, 2009S 96568-1 – 58,3 г, 09S 96506-08 – 54,1 грама.

Встановлено, що маса 1000 насінин має негативний кореляційний зв'язок із кількістю насіння в бобі ($r = -0,03$), що унеможливує проведення селекційної роботи одночасно на підвищення рівня обох цих показників. Тому селекцію сортів сочевиці потрібно вести на збільшення кількості насіння в бобі при збереженні маси 1000 насінин на одному рівні.

Продуктивність однієї рослини в середньому за роки вивчення у досліді становила 2,04 грама. Встановлено, що найбільшу частку має група зразків із середньою продуктивністю від 71 до 100 % відносно до стандарту – 12 зразків (34,3 %); друга, менша, група з масою 50–70 % – 10 зразків (28,6 %); наступною за кількістю є група з дуже високою масою (> 101 %) – 9 зразків (25,7 %). Низьку масу зерна з однієї рослини (< 40 %) мали 4 зразки (11,4 %).

У середньому за роки вивчення найбільш продуктивними були такі зразки: 2009S 96575-6 – 3,0 г, ILL 7947 – 4,5 г, 09S 83210-08 – 3,3 г, 09S 83251-21 – 2,9 г, 2009S 96578-1 – 2,8 г, ILL 919 – 2,6 г, 09S 83253-04 – 2,8 г, 2009S 96101-5 – 2,6 грамів. Наші дослідження свідчать, що продуктивність рослини має суттєвий позитивний зв'язок з кількістю бобів на рослині ($r = 0,76$) та кількістю насінин з рослини ($r = 0,66$).

Серед вивченого набору зразків сочевиці виділено зразки за комплексом господарсько-цінних ознак, що можуть бути використані як джерела у практичній селекції зі створення нових сортів сочевиці з необхідними показниками (таблиця 4).

Таблиця 4

Зразки сочевиці, виділені за комплексом господарсько-цінних ознак (2020–2022 рр.)

Назва зразка	Урожайність, г/м ²	Висота, см		Кількість насіння, шт.		Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин, г	Тривалість періоду вегетації, діб
		рослин	прикріплення нижнього бобу	з рослини	у бобі			
Лінза, ст.	112	39,8	22,0	57,4	70,5	2,5	61,6	89
2009S 96511-3	114	30,2	12,6	46,2	72,4	2,4	44,6	87
2009S 96101-2	117	29,2	12,4	46,4	72,8	1,7	40,0	82
2009S 96575-6	120	32,4	14,0	45,0	70,0	3,0	50,6	87
2009S 96568-1	132	32,8	12,4	33,6	47,2	2,2	58,3	84
ILL 919	113	31,4	12,6	37,8	55,6	2,6	52,0	87
09S 96510-12	114	31,2	15,0	62,0	86,8	2,3	46,5	84
09S 83210-08	167	30,6	16,6	62,2	84,7	3,3	40,1	84
09S 83259-13	121	30,2	16,8	48,2	76,4	2,5	41,9	87
09S 96506-08	103	33,0	13,8	30,2	36,2	1,7	54,1	84
2009S 96101-5	142	30,2	14,0	48,4	68,8	2,6	42,3	87
09S 83251-21	147	27,8	10,8	74,0	78,0	2,9	43,0	84
09S 83253-04	132	28,8	12,0	58,2	73,1	2,8	54,0	87
ILL 7947	146	33,2	16,6	60,0	70,0	4,5	64,7	89
ILL 4400	114	32,0	15,2	36,2	72,4	2,3	64,1	89
2009S 96501-5	115	30,4	16,8	39,6	63,2	2,1	42,3	87
2009S 96578-1	113	32,6	14,4	48,6	87,2	2,8	51,9	87

Виділені зразки перевищують стандарт Лінза за масою насіння з рослини (на 2–80 %), кількості бобів на рослині (на 2–30 %) та кількості насінин з бобу (на 3–30 %). Також переважна більшість зразків (80,3 %) має меншу тривалість вегетаційного періоду або на рівні стандарту.

Висновки

За результатами досліджень проаналізовані зразки сочевиці, що мають походження з Лівану, за параметрами технологічності, продуктивністю та її складовими елементами. Визначено, що до найменш варіабельних ознак належать «тривалість періоду сходи–цвітіння» та «тривалість періоду сходи–дозрівання», а до найбільш варіабельних – «маса насіння з рослини», «кількість бобів на рослині» та «кількість насінин на рослині». Найбільш тісним позитивним є кореляційний зв'язок між ознаками «висота рослини» і «висота прикріплення нижнього бобу» ($r = 0,67$), між «продуктивністю» і «кількістю бобів на рослині» ($r = 0,76$) та між «продуктивністю» та «кількістю насінин з рослини» ($r = 0,84$).

В умовах південної частини Лісостепу України дослідні зразки сочевиці формували врожай зерна від 77 до 167 г/м². Показники продуктивності рослини були високими завдяки як підвищеній кількості насінин, так і кількості бобів на рослині.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні продуктивності сочевиці залежно від передпосівної обробки насіння та мінерального живлення в умовах південної частини зони Лісостепу України.

Конфлікт інтересів

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

References

- Kulinich, O., Kandaurova, K., & Kobos, I. (2021). Study of lentil varieties from Canada and Turkey in the northern steppe of Ukraine. *Genetični Resursi Roslin (Plant Genetic Resources)*, 29, 20–28. <https://doi.org/10.36814/pgr.2021.29.02>
- Klysha, A. I., Kulinich, O. O., & Korzh, Z. V. (2017). Vzaimozv'язok oznak produktyvnosti u sochevytsi. *Zernovi Kultury*, 1 (1), 6–20. [in Ukrainian]
- Didur, I., & Korshevnyuk, S. (2021). Formation of a symbiotic apparatus of lentil depending on inoculation and processing of seeds with microelements. *Agriculture and Forestry*, 4, 52–66. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-4-5>
- Klysha, A. I., Kulinich, O. O., & Korzh, Z. V. (2016). Pokaznyky produktyvnosti sochevytsi ta yii selektsiia. *Zernovi Kultury*, 10, 20–36. [in Ukrainian]
- Orehivskiy, V. D., Sichkar, V. I., Ovsiannykova, L. K., Mamatov, M. O., & Solomonov, R. V. (2017). Sochevytsia – dzherelo roslinnoho bilka. *Zernovi Produkty i Kombikormy*, 17 (4), 22–30. [in Ukrainian]
- Prajapati, A., Singh, R. P., Kumar, B., & Kewat, R. N. (2020). Physical and biochemical studies of lentil (*Lens culinaris* Medik.) varieties. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 11, 20–27.
- Kumar, S. K., Barpete, S., Kumar, J., Gupta, P., & Sarker, A. (2013). Global lentil production: constraints and strategies. *SATSA Mukhapatra – Annual Technical*, 17, 1–13.
- Plaza, J., Morales-Corts, M. R., Pérez-Sánchez, R., Revilla, I., & Vivar-Quintana, A. M. (2021). Morphometric and nutritional characterization of the main spanish lentil cultivars. *Agriculture*, 11 (8), 741. <https://doi.org/10.3390/agriculture11080741>
- Sichkar, V., Kryvenko, A., & Solomonov, R. (2020). Lentil in world and Ukraine: current state and prospects. *Journal of Native and Alien Plant Studies*, 16, 178–193. <https://doi.org/10.37555/2707-3114.16.2020.219830>
- Vus, N. A., Bezuglaya, O. N., Kobyzeva, L. N., Bozhko, T. N., Vasilenko, A. A., & Shelyakina, T. A. (2020). A feature collection of lentil (*Lens culinaris* Medik.) by nutritious value of seeds. *Plant Breeding and Seed Production*, 117, 25–36. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.206962>
- Kaale, L. D., Siddiq, M., & Hooper, S. (2022). Lentil (*Lens culinaris* Medik.) as nutrient-rich and versatile food legume: A review. *Legume Science*, 5 (2), Portico. <https://doi.org/10.1002/leg3.169>
- Kobyzieva, L. N., Bezhuhla, O. M., & Bozhko, T. M. (2008). Analiz natsionalnoi kolektsii sochevytsi Ukrainy za prydatnistiu zrazkiv do mekhanizovanoho zbyrannia urozhaiu. *Henetychni Resursy Roslyn*, 5, 132–136. [in Ukrainian]

13. Barrios, A., Aparicio, T., Rodríguez, M. J., Pérez de la Vega, M., & Caminero, C. (2016). Winter sowing of adapted lines as a potential yield increase strategy in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14 (2), e0702. <https://doi.org/10.5424/sjar/2016142-8092>
14. Reda, A. (2015). Lentil (*Lens culinaris* Medikus) current status and future prospect of production in Ethiopia. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 2 (2), 45–53. <https://doi.org/10.15406/apar.2015.02.00040>
15. Choukri, H., Hejjaoui, K., El-Baouchi, A., El haddad, N., Smouni, A., Maalouf, F., Thavarajah, D., & Kumar, S. (2020). Heat and drought stress impact on phenology, grain yield, and nutritional quality of lentil (*Lens culinaris* Medikus). *Frontiers in Nutrition*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.596307>
16. Sichkar, V. I., Orekhovsky, V. D., Kryvenko, A. I., Mamatov, N. A., & Solomonov, R. V. (2018). Osoblyvosti biologii rozvytku sochevtsi. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1, 190–203. [in Ukrainian]
17. Kobzyeva, L. N., Bezuhla, O. M., Sylenko, S. I., Kolotylov, V. V., Sokol, T. V., Dokukina, K. I., Vasylenko, A. O., Bezuhlyi, I. M., & Vus, N. O. (2016). *Metodychni rekomendatsii z vyvchennia henetychnykh resursiv zernobovykh kultur*. Kharkiv: NAAN, Instytut roslinnytstva im. V. Ya. Yurieva [in Ukrainian]
18. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslin hrupy zernobovykh ta krupianykh na vidminnist, odnorodnist i stabilnist* (2-he vydannia vypravlene i dopovnene). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
19. Kyrychenko, V. V., Kobzyeva, L. N., Petrenkova, V. P., Riabchun, V. K., Bezuhla, O. M., & Markova, T. Yu. (2009). *Identyfikatsiia oznak zernobovykh kultur (kvasolia, nut, sochevtsia): navchalnyi posibnyk*. Kharkiv: IR im. V. Ia. Yurieva UAAN [in Ukrainian]
20. Vitko, G. I. (2017). Izuchenie ishodnogo materiala ovoschnogo goroha po kompleksu hozyaystvenno poleznykh priznakov. *Vestnik Belorusskoy Gosudarstvennoy Selskohozyaystvennoy Akademii*, 3, 57–62 [in Russian]
21. Sorokina, I. Yu., & Kumacheva, V. D. (2022). Izuchenie kolleksiionnykh obraztsov chechevitsy dlya sozdaniya novykh sortov v usloviyakh yuga Rossii. *Mezhdunarodnyy Nauchno-Issledovatel'skiy Zhurnal*, 1 (115), 140–142. [in Russian]
22. Semenova, E. V., & Sobolev, D. V. (2009). Produktivnost obraztsov goroha (*Pisum sativum* L.) iz kolleksii VIR v usloviyakh Leningradskoy oblasti. *Trudy po Prikladnoy Botanike, Genetike i Seleksii*, 166, 242–249. [in Russian]
23. Shahin, M. A., & Symons, S. J. (2001). A machine vision system for grading lentils. *Canadian Biosystems Engineering*, 43, 7–14.
24. Kholod, S. M., Kuzmyshyna, N. V., Tryhub, O. V., & Kirian, V. M. (2023). Characteristics of introduced lentil varieties (*Lens culinaris* Medik.) in the Southern Forest Steppe zone of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 19 (2), 72–80. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.2.2023.282548>

ORCID

- S. Kholod  <https://orcid.org/0000-0002-2443-0879>
 O. Chetveryk  <https://orcid.org/0000-0002-1986-1316>
 V. Liashenko  <https://orcid.org/0000-0003-0177-6209>



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

The impact of soil tillage systems on soybean yield capacity

T. Chaika¹ | V. Lohvynenko² | A. Pshenyshnyi²

Article info

Correspondence Author

T. Chaika

E-mail:

chayka_ta@ukr.net

¹ Academy of Sciences of Technological Cybernetics of Ukraine,
Poltava Department, 3,
Kovalia str., 36014, Ukraine

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

Citation: Chaika, T., Lohvynenko, V., & Pshenyshnyi, A. (2023). The impact of soil tillage systems on soybean yield capacity. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 54–59. doi: 10.31210/spi2023.26.04.10

Modern soil tillage systems have to ensure both crop yield capacity and economic efficiency as well as ecological consequences to the environment. The article is aimed at studying the impact of different soil tillage systems on soybean varieties' yield capacity. The research was conducted during 2021–2023 on the territory of Hlobyne district in Poltava region using the traditional plowing, deep loosening, and no-till. Modern soybean varieties of foreign selection Apollo, Venus, and Kansas were the experimental material. It has been demonstrated that crop variety traits, weather and climatic conditions as well as soil tillage systems have the largest effect on yield capacity and thousand-seed weight. For example, in 2021, the average thousand-seed weight of Apollo variety was the smallest, and in 2022 – the largest and varied from 136.7 to 154.0 g. Under different soil tillage systems, this indicator made: 145 g – under the traditional plowing and no-till, 146 g – under deep loosening. It was determined that the average thousand-seed weight of Venus variety was larger both during the years (143.7, 172.3, and 155.3 g in 2021–2023, respectively) and soil tillage: 167 g – the traditional plowing, 155 g – deep loosening, and 149 g – no-till. The average thousand-seed weight of Kansas variety also had the corresponding tendency by the years (136.7, 159.7, and 151.7 g in 2021–2023, respectively) and changed depending on soil tillage: 152 g – under the traditional plowing, 151 g – under deep loosening, and 145 g – under no-till. Thus, the traditional plowing turned out to be the most effective for Venus and Kansas varieties, while there was no particular difference between soil tillage for Apollo variety. It was found that during the research years, the average soybean yield capacity varied in 2023 at the highest level, and in 2021 – at the lowest one and made: for Apollo variety 19.2–26.0 hundredweight/ha, Venus – 21.2–28.3 hundredweight/ha, and 20.3–29.5 hundredweight/ha for Kansas variety. Thus, almost the same average yearly yield (24.5–24.8 hundredweight/ha) was obtained from Venus and Kansas varieties, while it was by 7.8 % lower than in Apollo variety. It was determined that the following soil tillage systems were the most productive as to the average yearly soybean yields during the three years of the research: deep loosening for Venus variety (25.3 hundredweight/ha); the traditional plowing and deep loosening for Kansas variety (25.3–25.7 hundredweight/ha), and for Apollo variety – almost at the same level (22.4–23.0 hundredweight/ha).

Keywords: traditional plowing, deep loosening, No-till, thousand-seed weight, productivity.

Вплив систем обробітку ґрунту на врожайність сої

Т. О. Чайка¹ | В. В. Логвиненко² | А. А. Пшенишний²

¹ Полтавське відділення Академії наук технологічної кібернетики України, м. Полтава, Україна

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Сучасні системи обробітку ґрунту повинні забезпечувати як врожайність культур, так економічну ефективність і екологічні наслідки для навколишнього середовища. Мета статті – дослідження впливу різних систем обробітку ґрунту на врожайність сортів сої. Дослідження проведено протягом 2021–2023 років на території Глобинського району Полтавської області з використанням традиційної оранки, глибокого рихлення та No-till. Матеріал дослідження – сучасні сорти сої іноземної селекції Аполло, Венус і Канзас. Продемонстровано, що найбільший вплив на врожайність і масу 1000 насінин мають сортові особливості культури, погодно-кліматичні умови та системи обробітку ґрунту. Так, у 2021 році середня маса 1000 насінин сорту Аполло була найменшою, а у 2022 році – найбільшою, та коливалась від 136,7 до 154,0 г. За різних систем обробітку ґрунту цей показник дорівнював: 145 г – за традиційної оранки та No-till, 146 г – за глибокого рихлення. Визначено, що середня маса 1000 насінин сорту Венус була більшою як за роками (143,7, 172,3 і 155,3 г за 2021–2023 роки відповідно), так і обробітком ґрунту: 167 г – традиційна оранка, 155 г – глибоке рихлення, 149 г – No-till. Середня маса 1000 насінин сорту Канзас також мала відповідну тенденцію за роками (136,7, 159,7 і 151,7 г за 2021–2023 роки відповідно), змінювалась залежно від обробітку ґрунту: 152 г – традиційна оранка, 151 г – глибоке рихлення, 145 г – No-till. Отже, найбільш ефективно виявилась традиційна оранка для сортів Венус і Канзас, тоді як для сорту Аполло особливої різниці між обробітком ґрунту не було. Виявлено, що середня врожайність сої коливалась за роки досліджень із найбільшим рівнем у 2023 році, а найменшим – у 2021 році, та становила за сортами: Аполло – 19,2–26,0 ц/га, Венус – 21,2–28,3 ц/га, Канзас – 20,3–29,5 ц/га. Отже, майже однакову середньорічну врожайність (24,5–24,8 ц/га) було отримано за сортами Венус і Канзас, тоді як за сортом Аполло – на 7,8 % менше. Означено найпродуктивніші системи обробітку ґрунту за середньорічною врожайністю сої протягом трьохрічних досліджень: Венус – глибоке рихлення (25,3 ц/га); Канзас – традиційна оранка та глибоке рихлення (25,3–25,7 ц/га); Аполло – майже на одному рівні (22,4–23,0 ц/га).

Ключові слова: традиційна оранка, глибоке рихлення, No-till, маса 1000 насінин, продуктивність.

Бібліографічний опис для цитування: Чайка Т. О., Логвиненко В. В., Пшенишний А. А. Вплив систем обробітку ґрунту на врожайність сої. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 54–59.

Вступ

З Сучасні погодно-кліматичні, виробничі, економічні, технологічні й інші умови вимагають від виробників сільськогосподарської продукції постійного пошуку та застосування найбільш ефективних методів і технологій у вирощуванні сільськогосподарських культур [1–4]. Важливого значення за умов коливання температури та режиму зволоження, зростання цін на паливно-мастильні матеріали, засоби захисту рослин і добрива, проблеми з реалізацією кінцевої продукції та ціни на неї набувають системи обробітку ґрунту. Отже, постає необхідність адаптації цих систем до ефективного та раціонального використання наявних природно-енергетичних ресурсів, зменшенні антропогенного навантаження, забезпеченні родючості ґрунтів, належного процесу фотосинтезу й азотфіксація в усіх їх проявах [5–11].

До найбільш перспективних з точки зору науковців і практиків вітчизняні чорноземи є ідеальними для впровадження органічної системи землеробства та нульового обробітку (No-till) з певними елементами точного землеробства, біоензимної технології, біогенного та біодинамічного землеробства [12–14]. Окрім того, існуючі або перспективні системи обробітку ґрунту мають враховувати екологічні наслідки ведення воєнних дій на території України [15] та бути направлені на відновлення його родючості [16]. Таким чином, концепція сучасної системи обробітку ґрунту має бути направлена на створення агроландшафтів, які здатні за продуктивністю значно перевищити природні, забезпечити економічну ефективність і захист навколишнього середовища [17, 18].

Доцільно відзначити, що наразі найбільш прибутковими культурами в Україні є соя та цукрові буряки, оскільки вони мають стабільний попит (на внутрішньому та зовнішньому ринках) і достатньо високу ціну, що дозволяє отримати прибутки [19]. А враховуючи те, що соя (*Glycine hispida* L.) є стратегічною сільськогосподарською культурою, користується на світовому ринку постійним попитом завдяки своїй універсальності та харчовій цінності, сприяє підвищенню родючості ґрунтів завдяки вмісту азотфіксуючих бульбочкових бактерій [20], актуальним є дослідження впливу систем обробітку ґрунту на її родючість.

Так, згідно з дослідженнями [21] більші врожаї спостерігалися за менш інтенсивного обробітку ґрунту та покриття його значної частини поверхні рослинними рештками (No-till і чизельний плуг), на відміну від обробок плугами чизельним і відвальним з диском, де обробка ґрунту була більш інтенсивною, в результаті чого на поверхні залишалось менше рештків. При цьому зазначається, що у короткостроковій перспективі доцільно уникати чергування нульового та звичайного обробітку ґрунту. Переваги No-till з'являються з часом і можуть бути швидко втрачені. Щорічне чергування між нульовим і

звичайним обробітком ґрунту може звести до мінімуму переваги будь-якої системи.

У деяких дослідженнях відмічається відсутність впливу системи обробітку ґрунту на врожайність сої [22], і що для максимізації врожайності незалежно від системи обробітку ґрунту доцільно вибрати сорти, адаптовані до місцевих умов [23]. При порівнянні звичайного обробітку ґрунту з No-till і Strip-till (смуговий обробіток) навіть за різних систем удобрення може не виявити змін у середній врожайності сої протягом трьох років. В той же час методи No-till і Strip-till сприяли підвищенню врожайності кукурудзи порівняно зі звичайним обробітком ґрунту. Однак відмінності не були статистично значущими для середніх значень за три роки [24]. В той же час, з урахуванням менших витрат на No-till вона виявляється більш економічно ефективною – від 4,0 тис. дол. [25].

Таким чином, однозначної відповіді щодо впливу систем обробітку ґрунту на врожайність сої існуючі дослідження не дають, оскільки значний вплив на цей показник мають погодно-кліматичні та ґрунтові умови, сорти тощо, що обумовлює актуальність нашого дослідження.

Мета дослідження

Мета дослідження полягає у дослідженні впливу різних систем обробітку ґрунту (традиційної оранки, глибокого рихлення та No-till) на врожайність сортів сої.

Завдання дослідження: визначити вплив систем обробітку ґрунту на масу 1000 насінин різних сортів сої; дослідити коливання врожайності сої від погодно-кліматичних умов і систем обробітку ґрунту.

Матеріали і методи

Дослідження проведено на території сільського (фермерського) господарства «Вікторія», що розташоване в Полтавській області (с. Манжелія, Глобинський район), протягом 2021–2023 років. Ґрунт дослідних полів – чорноземи глибокі залишково-солонцюваті на лесових породах, що характеризуються помірним забезпеченням ґрунтів азотом (N) і фосфором (P), високим – калієм (K), та оцінюються якістю у межах 66–73 бали [26].

Польові досліді закладалися та проводилися згідно з загальноприйнятими у землеробстві й рослинництві методами [27]. Повторність дослідів – чотирикратна. Загальна площа дослідної ділянки – 0,3 га, облікової – 0,1 га. Попередник сої у сівозміні – пшениця яра. Сівба проводилась в оптимальні строки: 6 травня 2021 року, 10 травня 2022 року, 12 травня 2023 року.

Матеріалом дослідження обрано три сучасні сорти сої іноземної селекції – Аполло (США), Венус (Канада) і Канзас (США, Канада), сортова характеристика яких наведена у табл. 1.

Таблиця 1

Сортові характеристики сої

Назва сорту, оригінатор	Період вегетації, дн.	Висота рослини, см	Висота кріплення нижнього боба, см	Потенційна (реальна) урожайність, ц/га	Маса 1000 насінин, г	Вміст білка, %	Технологія вирощування	Норма висіву, кг/га
Аполло, Монсанто	90–100	75–110	14–16	45–50 (22–37)	130–160	38,9–41,3	Стандартна, No-till	120–140
Венус, Семенсес Прогрейн ІНК	115–130	90–115	10–12	42 (36–38)	195–200	48,0	No-till	120
Канзас, SERTIS HOLDING S. A. & UNION CARBIDE	88–95	90–115	15–18	55–75 (38–45)	130–170	42,0	н/д	100–110

Джерело: побудовано за [28–30].

У дослідженні використано три технології обробітку ґрунту:

- традиційна оранка – проведення оранки ґрунту на глибину 25 см після збору попередника, весняне боронування для закриття вологи. За прогріву ґрунту до 14 °С здійснено культивування на глибину посіву для формування правильного сім'яложа. Одночасно проведено сівбу сої на глибину 6 см з міжряддям 12,5 см, з нормою висіву – 600 тис. насінин на гектар. Після закінчення вегетації сої (12–18.09.2021 року, 18–25.09.2022 року, 9–14.09.2023 року) збір врожаю здійснювався на висоті 4 см зі швидкістю приблизно 8 км/год, втрати насіння при прямому комбайнуванні склали майже 3 %;

- глибоке рихлення – включає в себе такі агротехнічні заходи: глибоке рихлення, дискування, посів, збирання врожаю. Глибоке рихлення, на відміну від інших технологій, рихлить ґрунт, даючи йому накопичувати більше вологи, забезпечуючи додаткову аерацію та позбавляє поля від шкідливого ущільнення. Висівання насіння проводилось у ті ж терміни на глибину 5 см з міжряддям 12,5 см за норми висіву 500 тис. насінин на гектар. Збирання врожаю відбувалось прямим комбайнуванням на висоті зрізу 5 см;

- No-till – передбачає прямий висів насіння у ґрунт без попереднього обробітку. Першим етапом був

прямий висів насіння на глибину 6 см при температурі ґрунту 15 °С за норми висіву 550 тис. насінин на гектар. Ця система обробітку ґрунту має великий внесок в економічну частину господарства, оскільки включає 2–3 агрозаходи. Збирання проведено на висоті 4 см зі швидкістю 9 км/год.

Результати та їх обговорення

Одним із важливих показників структури врожаю сільськогосподарської культури є маса 1000 насінин, яка має велике значення в насінництві сої. Так, згідно з [31] маса 1000 насінин сої визначається генетичними ознаками сорту на 80–90 %. Ця ознака підлягає успадкуванню достатньо незмінно та прямо пропорційно пов'язана з урожаєм сорту. Окрім того, маса 1000 насінин характеризує крупність, добірність і вповненість насіння. Від цього показника залежать посівні властивості насіння, оскільки молоді сходи живляться поживними речовинами, які є в ньому. Тому, чим крупнішим є насіння, тим краще відбувається ріст молодих рослин і збільшується їх продуктивність [27].

За результатами наших досліджень маса 1000 насінин дослідних сортів сої коливалась в залежності від погодних умов, сортових характеристик і систем обробітку ґрунту (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив систем обробітку ґрунту на масу 1000 насінин дослідних сортів сої, 2021–2023 роки, г

Технологія Сорт	Традиційна оранка			Глибоке рихлення			No-till		
	Аполло	Венус	Канзас	Аполло	Венус	Канзас	Аполло	Венус	Канзас
2021 рік	135	156	145	135	145	130	140	130	135
2022 рік	155	179	160	156	169	166	151	169	153
2023 рік	144	166	150	146	151	158	144	149	147
Середнє за роками	145	167	152	146	155	151	145	149	145

Так, у 2021 році сорт Аполло мав найбільшу масу 1000 насінин за технології No-till – 140 г, що на 3,7 % більше, ніж за традиційної оранки та глибокого рихлення, а середньорічний показник становив 137 г. У 2022 році найбільша маса 1000 насінин була за глибокого рихлення – 156 г, що на 0,6 і 3,3 % більше, ніж за традиційної оранки та No-till відповідно, тоді як середньорічний показник був на рівні 154 г. У 2023 році продовжилася динаміка попереднього року щодо найбільшого показника – 146 г, що на 1,4 % більше за інші технології, а середньорічне значення цього сорту – 145 г. Таким чином, отримана

маса 1000 насінин за всіх технологій за роки досліджень забезпечила отримання визначеного сортом показника (див. табл. 1) за найбільшого його рівня у 2022 році (151–156 г) та найменшого – у 2021 році (135–140 г). Також у середньому за технологіями обробітку ґрунту маса 1000 насінин не сильно змінювалась і знаходилась у межах 145–146 г (табл. 2), що свідчить про більшу залежність сорту від погодних умов.

Відносно сорту Венус, що за сортовими характеристиками пристосований для вирощування за технологією No-till (див. табл. 1), доцільно

відмітити найменший середній показник маси 1000 насінин саме за цієї технології – 149 г, що на 3,9 і 10,8 % менше, ніж за глибокого рихлення та традиційної оранки відповідно (табл. 2). Найнижчий рівень цього показника був у 2021 році на рівні 130 г за технології No-till, що на 16,7 % менше від найбільшого показника за традиційної технології (156 г) та на 10,3 % – за глибокого рихлення. Вже у 2022 році маса 1000 насінин сорту Венус значно збільшилася в середньому до 172 г (на 19,4 %) проти 144 г попереднього року. Найбільший рівень цього показника отримано за традиційної оранки – 179 г, що на 5,9 % перевищує інші технології. У 2023 році середньорічна маса 1000 насінин знаходилась у межах 155 г, що відповідає тенденції сорту Аполло, а найбільше значення отримано за традиційної оранки – 166 г, що на 9,9 і 11,4 % більше за глибоке рихлення та No-till відповідно. Отже, маса 1000 насінин сорту Венус за всіх технологій за роки досліджень була менше за сортові характеристики в середньому на 11,8–26,2 % за найменшого його значення. При цьому, маса 1000 насінин цього сорту була в середньому найбільшою за всіх технологій за роки досліджень, особливо за традиційної оранки.

Стосовно сорту Канзас доцільно зауважити, що в середньому за технологіями маса 1000 насінин за роки досліджень була найменшою та коливалась від 145 до 151 г (табл. 2), що відповідає сортовим характеристикам (див. табл. 1). Так, у 2021 році середнє значення цього показника було на рівні 137 г за найбільшого рівня в 145 г за умови використання традиційної оранки, що на 3,6 і 11,5 % більше, ніж за технології No-till і глибоке рихлення відповідно. У більш кліматично сприятливому 2022 році найбільшу масу 1000 насінин отримано за глибокого рихлення – 166 г, що на 3,8 і 8,5 % більше, ніж за традиційної технології та No-till відповідно,

а середньорічний показник становив 160 г. У 2023 році сорт Канзас підтвердив загальну динаміку щодо середньорічного показника маси 1000 насінин на середньому рівні за роки досліджень і становив 152 г. При цьому, найбільше його значення було другим рік поспіль отримано за глибокого рихлення – 158 г, що на 5,3 і 7,5 % більше, ніж за традиційної технології та No-till відповідно. Таким чином, найбільшу середню масу 1000 насінин отримано за технології глибоке рихлення (151 г) та традиційна оранка (152 г).

Отже, реалізувати сортовий потенціал щодо маси 1000 насінин змогли сорти Аполло та Канзас, а найбільш ефективними за даними трьохрічних досліджень виявились традиційна оранка для сортів Венус і Канзас, тоді як для сорту Аполло особливої різниці у системі обробітку ґрунту не було.

Сортові показники врожайності за роки досліджень наведені у табл. 3, що дозволяє зазначити, що у середньому найбільш врожайним був 2023 рік (27,9 ц/га), тоді як найменш врожайним – 2021 рік (20,2 ц/га), за середнього рівня у 2023 році (23,6 ц/га). При цьому, найбільший середній рівень врожайності у 2021 році було отримано за глибокого рихлення – 20,9 ц/га, що на 5,0 % більше, ніж за традиційної оранки та No-till. У 2022 році найбільшу середню врожайність отримано за традиційної оранки – 28,8 ц/га, що на 1,8 і 8,3 % перевищує глибоке рихлення та технологію No-till відповідно. Середня врожайність дослідних сортів сої у 2022 році за традиційною оранкою та глибоким рихленням була майже на одному рівні – 24,2–24,3 ц/га, що на 8,0 % більше, ніж за технології No-till. Отже, в середньому за роки досліджень найбільшу врожайність отримано за глибокого рихлення – 24,5 ц/га, що незначно менше за традиційної оранки – 24,3 ц/га, та мінімальну за технології No-till – 23,0 ц/га.

Таблиця 3

Врожайність дослідних сортів сої залежно від системи обробітку ґрунту, 2021–2023 роки, ц/га

Повторності	Вид обробітку ґрунту								
	Традиційна оранка			Глибоке рихлення			No-till		
	Аполло	Венус	Канзас	Аполло	Венус	Канзас	Аполло	Венус	Канзас
2021 рік									
1	19,2	20,2	20,4	19,2	21,6	22,1	18,9	22,1	18,3
2	19,0	20,7	20,0	20,4	22,2	22,6	19,3	22,4	18,6
3	19,6	19,5	20,6	18,9	21,8	22,3	18,7	22,7	18,4
4	18,8	20,4	20,3	19,1	21,3	21,8	19,2	22,0	18,1
середнє	19,1	20,2	20,3	19,4	21,2	22,2	19,0	22,3	18,4
2022 рік									
1	25,6	29,5	31,2	27,3	28,9	28,6	24,6	26,5	28,3
2	26,0	29,0	31,0	27,7	29,3	29,1	24,9	27,0	28,8
3	25,1	29,9	31,7	27,5	28,6	28,7	25,1	26,7	28,2
4	26,1	29,2	31,4	27,2	28,7	28,4	24,5	26,4	28,4
середнє	25,7	29,4	31,3	27,4	28,9	28,7	24,8	26,7	28,4
2023 рік									
1	22,3	24,5	25,1	22,1	25,7	24,8	23,2	23,4	20,1
2	22,8	24,8	25,5	22,6	26,1	25,2	23,5	23,7	20,6
3	21,9	24,3	25,3	22,3	25,9	24,9	23,0	23,5	19,9
4	22,5	25,0	25,6	21,9	25,2	24,5	23,6	23,9	20,3
середнє	22,4	24,7	25,4	22,2	25,8	24,9	23,3	23,6	20,3
Середнє за роками	22,4	24,8	25,7	23,0	25,3	25,3	22,4	24,2	22,4

Якщо аналізувати вплив систем обробітку ґрунту та кліматичних умов на врожайність, то сорт Аполло у 2021 році показав найбільшу врожайність за глибокого рихлення – 19,4 ц/га, що на 1,6 і 2,1 %

більше за умови традиційної оранки та технології No-till відповідно, які забезпечили майже однакову врожайність – 19,0–19,1 ц/га (табл. 3). При цьому середня врожайність у цьому році становила 19,2 ц/га,

що на 12,7 % менше мінімально реального сортового рівня (див. табл. 1). У сприятливому 2022 році врожайність цього сорту також була найбільшою за глибокого рихлення – 27,4 ц/га, що на 6,6 і 10,5 % перевищує за традиційної оранки та технології No-till відповідно, а середньорічний рівень знаходився в межах 26,0 ц/га. У 2023 році відбулися зміни, що характеризуються найбільшою середньою врожайністю сорту Аполло за технології No-till – 23,3 ц/га, що в середньому на 4,5 % перевищує інші технології, які забезпечили врожайність у межах 22,2–22,4 ц/га, тоді як середньорічний показник цього сорту – 22,6 ц/га (на межі реальної врожайності). Таким чином, у середньому за роки дослідження найбільшу врожайність цього сорту сої було отримано за технології глибокого рихлення (23,0 ц/га), тоді як за традиційної оранки та технології No-till – на одному рівні (22,4 ц/га).

Необхідно відзначити, що сорт Венус у 2021 і 2023 роках забезпечив найбільшу середню врожайність на рівні 21,2 і 24,7 ц/га відповідно за різних технологій, що на 31,4–41,1 % менше від мінімально реальної сортової врожайності (див. табл. 1). При цьому, у 2021 році найбільшу врожайність було отримано за технології No-till – 22,3 ц/га, що на 5,2 і 10,4 % більше за використання глибокого рихлення та традиційної оранки відповідно (табл. 3). У 2022 році було отримано максимальну середню врожайність цього сорту за використання усіх технологій – 28,3 ц/га, що на 21,4 % менше за мінімально реальний показник сортової врожайності (див. табл. 1). Також у цьому році найбільшу врожайність отримано за традиційної оранки – 29,4 ц/га, що на 1,7 і 10,1 % менше від умов глибокого рихлення та технології No-till відповідно. Найбільша середня врожайність сорту Венус у 2023 році змінилася на користь глибокого рихлення – 25,8 ц/га, що перевищує на 4,4 і 9,3 % цей показник за традиційної оранки та технології No-till відповідно. Отже, в середньому за роки дослідження найбільшу врожайність цього сорту сої було отримано за глибокого рихлення (25,3 ц/га), середню – за традиційної оранки (24,8 ц/га), мінімальну – за технології No-till (24,2 ц/га).

Сорт Канзас за роки досліджень показав середній рівень урожайності серед дослідних сортів не залежно від технологій у межах 20,3–29,5 ц/га, з максимальним рівнем у 2022 році. За кліматичних умов 2021 року середня максимальна врожайність отримана за глибокого рихлення на рівні 22,2 ц/га, що на 9,4 і 20,6 % більше за умов традиційної оранки та технології No-till відповідно (табл. 3). У сприятливому 2022 році найбільша середня врожайність була за технології традиційної оранки – 31,3 ц/га, що на 8,4 і 10,2 % більше, ніж за технологій глибокого рихлення та No-till відповідно. Доцільно відзначити, що традиційна оранка у 2023 році забезпечила найбільшу врожайність сорту Канзас на рівні 25,7 ц/га, що на 2,0 і 25,1 % більше за глибоке рихлення та технологію No-till відповідно. Отже, в середньому за роки досліджень максимально врожайним для цього сорту виявилась традиційна оранка – 25,7 ц/га, що все ж таки на 32,4 % менше за мінімально реальну сортову врожайність

(див. табл. 1). За глибокого рихлення протягом всього періоду дослідження було отримано дещо меншу середню врожайність – 25,3 ц/га, що на 12,9 % більше за технології No-till.

Таким чином, найбільш врожайними виявились сорти Венус і Канзас із використанням глибокого рихлення. Однак, це не означає недоцільність технології No-till, оскільки для отримання більшої врожайності від її використання потрібен більший термін безперервного використання. В той же час, вона може бути більш економічно ефективною через меншу кількість технологічних операцій.

Висновки

Проведене дослідження сої дослідних зразків за 2021–2023 роки засвідчило, що найбільший вплив на врожайність і масу 1000 насінин мають сортові особливості культури, погодно-кліматичні умови та системи обробітку ґрунту. Так, у 2021 році середня маса 1000 насінин сорту Аполло становила 136,7 г, у 2022 році – на 12,7 % більше, а у 2023 році – на 5,9 % більше. В той же час, цей показник на різних системах обробітку ґрунту дорівнював: 145 г – за традиційної оранки та технології No-till, 146 г – за глибокого рихлення. Визначено, що середня маса 1000 насінин сорту Венус була більшою як за роками (143,7, 172,3 і 155,3 г за 2021–2023 роки відповідно), так і за системами обробітку ґрунту: 167 г – традиційна оранка, 155 г – глибоке рихлення, 149 г – No-till. Виявлено, що середня маса 1000 насінин сорту Канзас також мала відповідну тенденцію за роками (136,7, 159,7 і 151,7 г за 2021–2023 роки відповідно), змінювалась залежно від систем обробітку ґрунту: 152 г – традиційна оранка, 151 г – глибоке рихлення, 145 г – No-till.

Визначено, що середня урожайність дослідних сортів сої коливалась за роки досліджень із найбільшим рівнем у 2023 році, а найменшим – у 2021 році, та становила за сортами: Аполло – 19,2–26,0 ц/га, Венус – 21,2–28,3 ц/га, Канзас – 20,3–29,5 ц/га. Отже, майже однакову середньорічну врожайність (24,5–24,8 ц/га) було отримано за сортами Венус і Канзас, тоді як за сортом Аполло – на 7,8 % менше. Відносно впливу систем обробітку ґрунту на середньорічну врожайність дослідних сортів за роки досліджень, доцільно відзначити, що для сорту Венус найкраще себе проявило глибоке рихлення – 25,3 ц/га. При цьому, середньорічна врожайність за підсумками трьохрічних досліджень сорту Канзас була майже на одному рівні за традиційної оранки та глибокого рихлення – 25,3–25,7 ц/га. В той же час, середньорічна врожайність сорту Аполло майже не залежала від системи обробітку ґрунту – 22,4–23,0 ц/га, оскільки за глибокого рихлення перевищення цього показника відносно інших технологій було у межах статистичної похибки.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні впливу систем обробітку ґрунту на індивідуальну продуктивність сої сортів Аполло, Венус і Канзас в умовах Полтавської області.



Конфлікт інтересів

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

References

1. Rickards, L., & Howden, S. M. (2012). Transformational adaptation: Agriculture and climate change. *Crop & Pasture Science*, 63 (3), 240–250. <http://dx.doi.org/10.1071/CP11172>
2. Anwar, M. R., Liu, D. L., Macadam, I., & Kelly, G. (2013). Adapting agriculture to climate change: A review. *Theoretical and Applied Climatology*, 113, 225–245.
3. Neset, T. S., Wiréhn, L., Opach, T., Glaas, E., & Linnér, B. O. (2019). Evaluation of indicators for agricultural vulnerability to climate change: The case of Swedish agriculture. *Ecological Indicators*, 105, 571–580. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.042>
4. Michler, J. D., Baylis, K., Arends-Kuenning, M., & Mazvimavi, K. (2019). Conservation agriculture and climate resilience. *Journal of Environmental Economics and Management*, 93, 148–169. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2018.11.008>
5. Pospelov, S. V., Levchenko, L. M., Chaika, T. O., Perepelytsia, A. A., Shandyba, V. O., & Popova, K. M. (2020). Crops' productivity in short-term rotations depending on tillage and fertilization in the Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 69–79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.08>
6. White, J. G., Walters, R. D., Heitman, J. L., Howard, A. M., & Wagger, M. G. (2009). *Long-term conservation tillage effects on physical properties and productivity of southeastern US Piedmont soils*. Paper presented at ASA-CSSA-ASA Annual Meeting, Pittsburgh, PA. November 2009.
7. Chaika, T. O., Yasnolob, I. O., Gorb, O. O., Lotysh, I. I., & Bereznytskyi, Y. V. (2019). Eco-balance of soil tillage systems to restore and increase soil fertility. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 92–102. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.12>
8. Taranenko, S., Chaika, T. O., & Tiupka, Y. M. (2019). Agro-economic efficiency of different basic soil tillage methods on maize areas. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 66–72. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.08>
9. Yasnolob, I. O., Pysarenko, V. M., Chayka, T. O., Gorb, O. O., Pestsova-Svitalka, O. S., Kononenko, Zh. A., & Pomaz, O. M. (2018). Ecologization of tillage methods with the aim of soil fertility improvement. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 280–286. https://doi.org/10.15421/2018_339
10. Chaika, T. O. (2018). Rol minimalnogo obrabbitku gruntu v orhanichnomu zemlerobstvi. *Inzheneriia Pryrodokorystuvannia*, 2 (10), 37–44. [in Ukrainian]
11. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Gorb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). soil fertility formation under organic farming. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 85–91. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.11>
12. Chaika, T. O., Yasnolob, I. O., & Lotysh, I. I. Otsinka resurso- y enerzhoberezhennia suchasnykh system zemlerobstva. *Zemlerobstvo*, 1 (96), 47–55. [in Ukrainian]
13. Moraru, P. I., Rusu, T., Guş, P., Bogdan, I., & Pop, A. I. (2015). The role of minimum tillage in protecting environmental resources of the Transylvanian Plain, Romania. *Romanian Agricultural Research*, 32, 127–135.
14. Hazuda, L. M., Hazuda, S. M., & Lukita, O. F. (2023). Zasady formuvannia biodynamichnoho ahrarnoho hospodariuvannia. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu*, 1 (61), 56–62. [https://doi.org/10.24144/2409-6857.2023.1\(61\).56-62](https://doi.org/10.24144/2409-6857.2023.1(61).56-62) [in Ukrainian]
15. Chaika, T. O., & Korotkova, I. V. (2023). Vidnovlennia rodiuchosti gruntu v Ukraini pislia voiennykh dii. In T. O. Chaika (Red.), *Zakhyst i vidnovlennia ekolohichnoi rivnovahy ta zabezpechennia samovidnovlennia ekosystem: kolektyvna monohrafiia*. (s. 232–281). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
16. Chaika, T. O., & Korotkova, I. V. (2023). Napriamy ta tekhnolohii vidtvorennia rodiuchosti gruntiv v Ukraini v pislivoiennyi period. *Ahrobiolohiia*, 1, 142–156. [in Ukrainian]
17. Hospodarenko, H. M., Liubych, V. V., & Bomko, S. O. (2021). *Formuvannia vrozhaïu soi zalezho vid skladovykh ahrotekhnolohii: monohrafiia*. Kyiv [in Ukrainian]
18. Yasnolob, I., Chayka, T., Aranchiy, V., Gorb, O., & Dugar, T. (2018) Mycorrhiza as a biotic factor, influencing the ecosystem stability. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 363–370. https://doi.org/10.15421/2017_223
19. Nazvano dvi naiprybutkovishi tsohorich kultury. (2023). *AgroPortal.ua*. Retrieved from: <https://agroportal.ua/news/ras-tenievodstvo/nazvano-dvi-naypributkovishi-cogorich-kulturi> [in Ukrainian]
20. Chaika, T. O., Liashenko, V. V., & Khomenko, B. S. (2023). The impact of seed inoculation on soybean yield under organic cultivation technology. *Taurian Scientific Herald*, 133, 180–187. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.24>
21. Woodley, A., Gatiboni, L., Heitman, J., & Howard, A. M. (2019). Long-Term tillage effects on corn and soybean yield in the Piedmont. Retrieved from: <https://content.ces.ncsu.edu/long-term-tillage-effects-on-corn-and-soybean-yield-in-the-piedmont>
22. Chetan, F., Chetan, C., Bogdan, I., Pop, A. I., Moraru, P. I., & Rusu, T. (2021). The effects of management (tillage, fertilization, plant density) on soybean yield and quality in a three-year experiment under Transylvanian plain climate conditions. *Land*, 10 (2), 200. <https://doi.org/10.3390/land10020200>
23. Kiszonas, A. M. (2010). Tillage effects on soybean growth, development, and yield. *Graduate Theses and Dissertations*. Iowa State University, Ames, Iowa.
24. The Effect of Tillage Practice on Corn and Soybean Yield Potential. Retrieved from: <https://www.cropscience.bayer.us/articles/bayer/effect-of-tillage-practice-on-corn-and-soybean-yield-potential>
25. Ruhl, S. D. The effect of tillage on soybean yields. Retrieved from: https://agcrops.osu.edu/sites/agcrops/files/ofr_reports/ONFARM%2520Ruhl_Tillage_Soybean1.pdf
26. Rodiuchist gruntiv Ukrainy. SuperAgronom.com Retrieved from: <https://superagronom.com/karty/rodiuchist-gruntiv-ukrainy> [in Ukrainian]
27. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: pidruchnyk*. Vinnytsia: Edelveis i K [in Ukrainian]
28. Apollo – sort amerykanskoi selektsii soi Monsanto. *Ahroekspert-Treid*. Retrieved from: <https://agroexp.com.ua/uk/apollo-sort-soi-amerykanskoy-v-ukraine> [in Ukrainian]
29. Nasinnia soia Venus. *Agromen.com.ua*. Retrieved from: <https://agromen.com.ua/uk/nasinnya-soyi-venus> [in Ukrainian]
30. Nasinnia sortu soi Kansas. *Agromen.com.ua*. Retrieved from: <https://agroexp.com.ua/uk/soya-sort-kansas-v-ukraine> [in Ukrainian]
31. Miakushko, Yu. P., & Kochehura, A. B. (1976). Kultura soy v evropeiskoi chasty SSSR. *Selskokhoziaistvennaia Byolohiia*, 11 (1), 23–29. [in Russian]

ORCID

T. Chaika  <https://orcid.org/0000-0002-5980-7517>
V. Lohvynenko  <https://orcid.org/0009-0006-8299-6148>



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

Protection of apple plantations from main pests

V. Turenko✉

Article info

Correspondence Author

V. Turenko

E-mail:

turenko.065@gmail.comState Biotechnological
University,
44 Alchevskikh str.,
Kharkiv, 61002, Ukraine

Citation: Turenko, V. (2023). Protection of apple plantations from main pests. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 60–65. doi: 10.31210/spi2023.26.04.11

The apple tree is the main fruit crop in Ukraine and the world. Despite the improvement of production technologies, the influence of harmful organisms on the crop is quite significant. The aim of the work was to analyze the current state of protection of gardens from pests and to establish the prospects for the use of insecticides in the future. During the research, generally accepted methods were used: theoretical and empirical. The article provides a classification of systems for the protection of industrial apple orchards against harmful organisms, which are implemented in Ukraine and the world. It is conventionally divided into: traditional, improved, integrated and organic. It was established that traditional plant protection with intensive use of pesticides dominates the farms of Kharkiv and Sumy regions. The work shows the dynamics of areas under apple orchards and the application of pesticides during 2018–2022. A decrease in both the area of apple orchards and the amount of pesticide use has been recorded, which is associated with the COVID-19 pandemic and the war. An analysis of the market of insecticides approved for use in apple orchards in Ukraine has been conducted. 84 chemical products against phytophages were analyzed, of which almost a third were combined products, pyrethroids and neonicotinoids – 16.7 % each, there are promising active substances of new chemical classes. The presented assortment of insecticides, with correct rotation during the protection of fruit plantations, makes it possible to avoid resistance in pests. The species composition of economically significant pests in the research region was established. It includes three species: *Anthonomus pomorum* L., *Aphis pomi* De Geer, *Cydia pomonella* L. It was established that the apple-blossom weevil occupied up to 3.5 % of the buds with intensive use of insecticides in the quarters. Green apple aphids occurred throughout the season on the edges of plantations due to constant migration from homesteads. A correlation ($r = -0.97$) was found between the times of treatments with insecticides and damage to apples by the codling moth. Fruit infestation by this pest did not exceed 8.2 %. Thus, chemical protection of plants is effective against pests, but at the same time has a negative influence on ecology, biodiversity of agrocenoses and human health, which requires further research and improvement of the system of protection of fruit plantations using the example of organic production.

Keywords: pesticides, active ingredient, efficiency, phytophages, harmfulness, yield.

Захист яблуневих насаджень від основних шкідників

В. П. Туренко

Державний
біотехнологічний
університет,
м. Харків, Україна

Яблуня є основною плодовою культурою в Україні та світі. Незважаючи на удосконалення технологій виробництва, вплив шкідливих організмів на врожай є досить суттєвим. Метою роботи було проаналізувати сучасний стан захисту садів від шкідників та окреслити перспективи використання інсектицидів у майбутньому. Під час проведення досліджень використовували загальноприйняті методи: теоретичні та емпіричні. У статті наведено класифікацію систем захисту промислових яблуневих насаджень від шкідливих організмів, що впроваджуються в Україні та світі. Їх умовно поділено на: традиційну, удосконалену, інтегровану та органічну. Встановлено, що в господарствах Харківської та Сумської областей домінує традиційний захист рослин із інтенсивним застосуванням пестицидів. У роботі наведено динаміку площ під яблуневими насадженнями та внесення пестицидів протягом 2018–2022 рр. Зафіксовано зменшення як площ яблуневих садів, так і об'ємів використання пестицидів, що було пов'язано з пандемією ковіду-19 та війною. Проведено аналіз ринку інсектицидів, дозволених до використання в Україні у яблуневих садах. Проаналізовано 84 хімічні продукти проти фітофагів, з них майже третину становили комбіновані препарати, піретроїди та неонікотиноїди – по 16,7 %, є перспективні діючі речовини нових хімічних класів. Представлений асортимент інсектицидів при правильному чергуванні під час захисту плодівних насаджень дає змогу уникати резистентності у шкідників. Встановлено видовий склад господарсько значущих шкідників у регіоні досліджень. Він включає три види: *Anthonomus pomorum* L., *Aphis pomi* De Geer, *Cydia pomonella* L. Встановлено, що яблуневий квіткоїд за умови інтенсивного з асосування інсектицидів в осередках заселяв до 3,5 % бутонів. Зелена яблунева попелиця траплялася протягом усього сезону по краях кварталів через постійну міграцію з присадибних ділянок. Виявлено кореляцію ($r = -0,97$) між кількістю обробок інсектицидами та пошкодженням яблук плодожеркою. Заселеність плодів цим шкідником не перевищувала 8,2 %. Отже, хімічний захист рослин є ефективним проти шкідників, але паралельно має негативний вплив на екологію, біорізноманіття агроценозів та здоров'я людини, що вимагає подальшого дослідження та удосконалення систем захисту плодівних насаджень на прикладі органічного виробництва.

Ключові слова: пестициди, діюча речовина, ефективність, фітофаги, шкідливість, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Туренко В. П. Захист яблуневих насаджень від основних шкідників. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 60–65.

Плодівництво – важлива галузь сільського господарства України та світу. Основною плодовою культурою у помірному кліматичному поясі є яблуна (*Malus domestica* (Suckow) Borkh.), плоди якої мають високу харчову і лікувальну цінність. Яблука містять до 4 г клітковини, що становить 1/6 необхідної добової норми в раціоні людини, вони низькокалорійні (вміст жирів і білків – до 0,5 г), є надійним джерелом вітаміну С і калію. Фітохімічні сполуки плодів яблуні (кверцетин, катехін, флоридин або хлорогенова кислота) є сильними антиоксидантами, вони позитивно впливають на перебіг деяких захворювань (діабет, астму, хвороби серця, рак та інші) [14]. Яблука можна використовувати у свіжому або переробленому вигляді, як інгредієнт у певних харчових продуктах. Варто зазначити, що яблука та виноград найчастіше використовуються у переробній промисловості [2, 14].

За останні 30 років в Україні спостерігається зменшення площ яблуневих насаджень, при цьому валовий збір зростає, що пов'язано зі впровадженням сучасних технологій виробництва. 2022 року яблуневі сади займали 84,5 тис. га або майже 55 % площ усіх плодкових культур [9].

Незважаючи на удосконалення технологій вирощування та світові тренди до органічного рослинництва, хімічні засоби захисту рослин посідають провідне місце при різних способах виробництва плодової продукції [7, 18–19, 22, 27]. Саме використання пестицидів дозволяє швидко та ефективно знижувати шкідливість бур'янів, фітофагів і збудників хвороб, втрати від яких можуть сягати 30–40 % [5], а під час масових спалахів чисельності фітофагів та епіфітотій хвороб – можуть перевищувати 60 % [13].

На яблуні можуть житися понад 400 видів шкідливих організмів [3]. Захист садів від шкідників та хвороб відбувається сумісно і відокремлювати шкідників від патогенів неможливо і недоцільно, але є необхідність аналізу ситуації стосовно інсектицидів та встановлення основних шкідників яблуні.

У регіоні дослідження домінантними шкідниками яблуні є комахи із рядів Coleoptera, Lepidoptera та Hymenoptera: плодові довгоносики, оленка волохата, яблунева плодожерка та яблуневий пильщик [13, 31]. Більшість із цих фітофагів живляться генеративними органами рослин, тобто завдають прямої шкоди виробництву яблук. Знання видового складу фітофагів, їх біології, систем захисту від них саду та асортименту пестицидів є запорукою отримання високих урожаїв.

Аналіз літературних джерел [1, 4, 6, 7, 13, 15–19, 24, 26, 27, 30] та власні дослідження показали, що в Україні та світі існує кілька систем захисту яблуневих насаджень від шкідливих організмів. Їх умовна класифікація має такий вигляд:

1. Традиційна
2. Удосконалена
3. Інтегрована
4. Органічна

Традиційна система захисту плодкових культур базується на інтенсивному застосуванні пестицидів, кількість обробок може сягати понад 20 за сезон. Препарати використовуються, як правило, планово, без урахування ЕПШ та наявності природних ворогів.

Під час ухвалення рішення щодо проведення хімічних обприскувань звертають увагу на погодні умови та строки появи найбільш шкідливих видів. Наприклад, використовують феромонні пастки для відлову самців яблуневої плодожерки. Така система дозволяє стримувати розвиток шкідливих об'єктів та отримувати яблука з гарним товарним видом, але при цьому відбувається порушення екологічного балансу яблуневого агроценозу, збільшується пестицидне навантаження на довкілля та негативний вплив на здоров'я людей.

Удосконалена система захисту рослин характеризується зменшенням кількості хімічних обробок за сезон, використанням знижених норм витрат діючих речовин та малотоксичних препаратів. Цього вдається досягти завдяки моніторингу шкідливих організмів, виявленню та ліквідації їх осередків. Ця система вважається більш екологічною, але також має свої недоліки. Наприклад, у системі захисту з'являються «вікна» для розвитку шкідників, які не потрапили під дію препарату.

Інтегрована система захисту рослин включає комбінаторне застосування агротехнічного, генетично-селекційного, хімічного та біологічного методів захисту рослин, враховуючи ЕПШ, прогноз розвитку шкідливих організмів, зміни кліматичних факторів тощо. Ця система є дуже складною, вимагає залучення кваліфікованих фахівців та використання сучасного обладнання.

Органічна система захисту рослин виключає застосування пестицидів, хімічних добрив, антибіотиків та ГМО. Вона є більш екологічною та безпечною для здоров'я людини, але також більш трудомісткою та малопродуктивною порівняно з іншими системами захисту рослин.

Отже, традиційна система захисту яблунь є основною у країнах СНГ, зокрема і в Україні. У деяких господарствах через дефіцит коштів використовують удосконалений захист рослин.

В європейських країнах останнім часом спостерігається тренд щодо переходу до органічного вирощування сільськогосподарських культур, зокрема і яблунь [1, 16]. Розробляють системи захисту садів з мінімальним використанням пестицидів або зовсім без них. Наприклад, у роботі польського дослідника М. А. Пшолковського [26] стверджується, що двадцять три рослини та шість вторинних синтетичних або екстрагованих метаболітів, які можуть бути потенційно використані в органічному захисті яблук. В Україні органічне виробництво сільськогосподарської продукції через багато причин є малопоширеним [11].

За нашими даними в регіоні досліджень використовують традиційну або удосконалену системи захисту яблуневого саду.

Для розуміння сучасного стану виробництва яблук в Україні та використання пестицидів у садівництві було проведено аналіз статистичних даних Державної служби статистики України [9] за 2018–2022 рр. Встановлено, що у роки досліджень відбувалося поступове зниження площ під яблуневими садами зі 101,6 тис. га 2018 року до 84,5 тис. га – 2022 року (рис. 1).

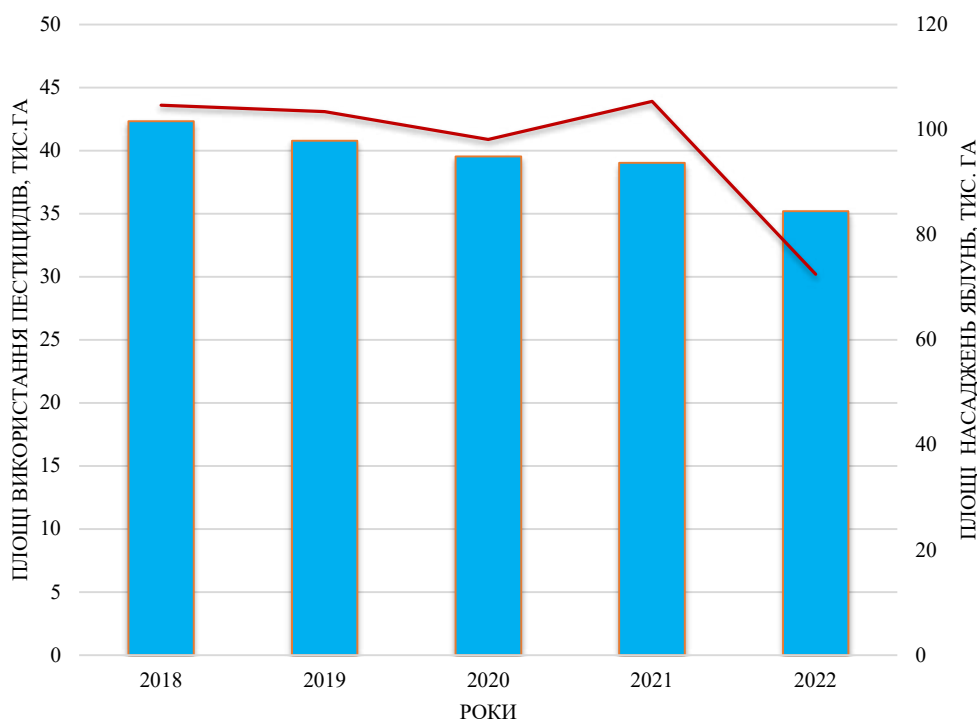


Рис 1. Використання пестицидів на багаторічних культурах України та площі яблуневих насаджень, 2018–2022 рр.
Примітка: за даними Державної служби статистики України [9].

За даними Держстату України [9] за останні п'ять років також відбулося скорочення об'ємів застосування пестицидів на багаторічних культурах. Це пов'язано з ковідною пандемією 2020 р. та війною 2022 р. Незважаючи на це, за умови традиційної (інтенсивної) технології вирощування плодівих культур, хімічні засоби посідають левину долю у системі захисту рослин.

Наразі на яблуні дозволені до використання 84 інсектициди, з них більшу частину становлять комбіновані препарати (29,8%), неонікотиноїди та піретроїди (по 16,7%), асортимент діючих речовин також включає нові перспективні хімічні класи (табл. 1).

Отже, наразі на ринку України є широкий вибір хімічних препаратів для захисту яблуні від шкідників. Використання інсектицидів різних хімічних груп дасть можливість більш ефективно контролювати фітофагів, не спричиняючи у них резистентності.

Згідно з результатами досліджень, у Харківській та Сумській областях основними об'єктами боротьби за врожай яблук у сучасних промислових садах є плодіві довгоносики (Curculionidae) та трубкокрути (Attelabidae), зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* De Geer, 1773: Aphididae) та яблунева плодожерка (*Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758): Tortricidae).

Довгоносики представлені двома видами: сірий бруньковий довгоносик (*Sciaphobus squalidus* (Gyllenhal, 1834)) та яблуневий квіткоїд (*Anthonomus pomorum* (Linnaeus, 1758)). Також було виявлено два види трубкокрутів: казарка плодова (*Rhynchites bacchus* (Linnaeus, 1758)) і букарка (*Neocoenorrhinus pauxillus* (Germar, 1823)). Вони живилися бруньками яблунь, починаючи з фази зеленого конуса, викликаючи «плач» дерев [20, 23].

Найбільш масовим був яблуневий квіткоїд. Основна шкода від нього полягала у зменшенні кількості бутонів, у яких розвивався цей шкідник, спричиняючи прямі втрати врожаю. У роки досліджень частка заселених квіткоїдом бутонів яблуні не перевищувала 3,5%.

У наукових працях, присвячених яблуневому квіткоїду, зазначено, що він є одним з основних шкідників яблунь Європи [21, 24] та України [29, 31–32]. Уточнені дані щодо біології та шкідливості цієї комахи збігаються з літературними даними.

Сірий бруньковий довгоносик, казарка та букарка у регіоні досліджень траплялися поодинокі. Варто зазначити, що сірий бруньковий довгоносик був виявлений лише у садах зі зменшеною кількістю обробок інсектицидами. Аналогічні дані стосовно цього довгоносика наведено у роботі В. В. Симочко, М. М. Піпаш та А. Б. Олень [29]. Автори стверджують, що інтенсивний хімічний захист дає стовідсотковий результат у боротьбі з фітофагом.

У промислових яблуневих садах, починаючи з фази розпукування бруньок, з'являлися колонії зеленої яблуневої попелиці, які живилися на рослинах протягом усього сезону не зважаючи на велику кількість хімічних обробок. Попелиці живилися соком молодих вегетативних органів рослин, зрідка – генеративних, завдаючи непрямої шкоди через ослаблення дерев. Заселення дерев цими фітофагами мало крайовий ефект через постійну швидку міграцію крилатих самиць з прилеглих територій, особливо з яблунь, розташованих на присадибних ділянках місцевого населення. Згідно з даними групи дослідників [8, 12, 28–29], постійна присутність попелиць у саду пов'язана з полівольтинністю та екологічною пластичністю шкідника.

Таблиця 2

Перелік інсектицидів, дозволених до використання в Україні на яблуні

Хімічний клас	Діюча речовина	Торгова назва
Антрапіламіди	Хлорантраніліпрол	Ампліго 150 ZC, ФК, Кораген 20, КС, Корегіс 20, КС, Корпріма 20, КС, Косейр, КС, Прімакор 20, КС, Тіпстер Екс 150 ZC
Бутеноліди	Флупірадіфурон	Сіванто Прайм 200 SL, РК
Діаміди	Тетраніліпрол	Ваєго 200 SC,
Інгібітори синтезу хітину	Бупрофезин	Апплауд 25, КС
	Дифлубензурон	Дімілін 480, КС
	Люфенурон	Матч 050 EC
Кетоеноли	Спіродіклофен	Прованто Майт 240 SC, КС
	Спіротетрамат	Мовенто 100 SC
Неонікотіноїди	Ацетаміпрід	Апіс 200 SE, АП-Ацетам, ВП, Ацентам 200, ВП, АЦ Люкс, ЗП, Бархан, РК, Вамп 200 ВП, Вамп Дуо 220 КС, Ветеран, РК, Корморан, КЕ, Моспілан, ВП, Ніролл, ВП, Разит, КС, Райнер, ВП, Тамер, ВП
	Імадаклопрід	Альфазол SL, РК, Графіс, ВГ, Зеніт, РК, Ратібор Біо, РК
	Клотіанідин	Дантоп 50, ВГ
	Тіаклопрід	Аспід, КС, Каліпсо 480 SC
	Тіаметоксам	Актара 25 WG, ВГ, Ханк, КС
Піретроїди	Альфа-циперметрин	Альтрон, КС, Фастак, КЕ
	Біфентрин	Талстар 10%, КЕ, Цезар КЕ
	Дельтаметрин	Децис 100 EC, Децис f-Люкс 25 EC
	Етофенпрокс	Требон 30 EC
	Лямбда-цигалотрин	Карате 050 EC, Карате Зеон 050 CS, Оперкот, ЗП, Тор, КС
	Тау-флювалінат	Маврік, ЕВ
Зета-циперметрин	Кемастрауорі 100 EW, Ф'юрі, ВЕ	
Піридини	Флонікамід	Теппекі, ВГ
Спіносини	Спінеторам	Радіант, КС
Сульфоксиміни	Сульфоксафлор	Трансформ, ВГ
Похідні бензолфеніл сечовини	Тефлубензурон	Номолт, КС
Фосфорорганічні сполуки	Диметоат	Біммер, КЕ, Дімі 58, КЕ, СуперБізон, КЕ
	Хлорпірифос	Террахлор 480 КЕ
Ювеноїди	Пірипроксифен	Адмірал, КЕ
	Феноксикарб	Дозор, ЗП
Комбіновані	Абаментин + спіротетрамат	Абамат, КС, Джаванто, КС
	Гекситіазокс + абаментин	Лонгас, КС
	Імадаклопрід + лямбда-цигалотрин	DIYA-Імілам, КС, Контадор Дуо, КС, Хекат, КС
	Імадаклопрід + біфентрин	Антихрущ, КС
	Лямбда-цигалотрин + тіаметоксам	Енжіо 247 SC, Ефорія 247 SC, КС, Панкратіон 247 SC, КС, Флоксен 247 SC, КС
	Новалурон + біфентрин	Рімон Фаст, КС
	Спіромезифен + абаментин	Оберон Рапід 240 SC
	Тіаметоксам + хлорантраніліпрол	Воліам Флексі 300 SC
	Феноксикарб + люфенурон	Люфокс 105 EC
	Фенпіроксимат + пірідабен	Калінік, КС
	Хлорпірифос + біфентрин	Нуредін Супер, КЕ, Пірінекс Супер, КЕ
	Хлорпірифос + циперметрин	Кілітоп, КЕ, Нурел Д, КЕ, Нурік, КЕ, Суперкіл 440 КЕ, Шаман, КЕ
	Ціантраніліпрол + абаментин	Лірум 78 SC

Примітка: складено на основі даних Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [10].

Найбільш шкідливим фітофагом яблуні у Харківській та Сумській областях була яблунева плодожерка. Встановлено сильну зворотну залежність ($r = -0,97$) між кількістю обробок інсектицидами та пошкодженням плодів шкідником. Слід зазначити, що заселеність плодів яблуні сильно варіювала по господарствах, але не перевищувала 8,2 %.

Яблунева плодожерка впливає на кількість та якість врожаю яблук [24, 29]. Цей фітофаг добре пристосовується до різних кліматичних умов і

відомий тим, що розвиває стійкість до кількох хімічних груп інсектицидів: тебуфенозиду та дифлубензуру [25], що необхідно враховувати під час вибору засобів захисту рослин.

Отже, у регіоні досліджень основними шкідниками були яблуневий квіткоїд, зелена яблунева попелиця та яблунева плодожерка. Незважаючи на застосування у господарствах хімічних препаратів, ці фітофаги періодично утворюють осередки та знижують кількість та якість врожаю [19].

Висновки

У результаті аналізу літературних джерел складено умовну класифікацію систем захисту яблуні від шкідливих організмів, яка базується на використанні пестицидів, їх кількості, якості та комбінуванні з іншими методами боротьби з фітофагами, або відсутності хімічних речовин під час виробництва плодової продукції. Встановлено, що в Харківській та Сумській областях домінує традиційна система захисту яблуні з інтенсивним застосуванням хімічних препаратів.

Відмічено, що в Україні за період 2018–2022 рр. відбулося скорочення площ яблуневих насаджень, а об'єми використання пестицидів у промислових садах різко знизилися внаслідок ковідної пандемії та початку війни.

Аналіз ринку інсектицидів, дозволених до використання в Україні на яблуні, показав, що наразі аграріям доступні 84 продукти, які включають не лише давно відомі діючі речовини з ФОС, піретроїдів тощо, але і з нових хімічних класів. Це дає змогу під час планування та проведення захисних заходів чергувати інсектициди різних хімічних груп для зменшення виникнення у фітофагів резистентності до них.

З'ясовано, що в Харківській та Сумській областях основними шкідниками у промислових яблуневих садах є яблуневий квіткоїд, зелена яблунева попелиця та яблунева плоджерка, які, незважаючи на інтенсивне використання пестицидів, періодично призводять до втрат врожаю.

Перспективи подальших досліджень

Зважаючи на тренди до органічного виробництва сільськогосподарської продукції, виникає необхідність дослідити видовий склад шкідливих організмів та їхній вплив на врожай яблук, проаналізувати альтернативні хімічні заходи захисту рослин.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Kulinich, O., Kandaurova, K., & Kobos, I. (2021). Study of lentil varieties from Canada and Turkey in the northern steppe of Ukraine. *Genetični Resursi Roslin (Plant Genetic Resources)*, 29, 20–28. <https://doi.org/10.36814/pgr.2021.29.02>
1. Arbenz, M., Gould, D., & Stopes, C. (2017). Organic 3.0 – the vision of the global organic movement and the need for scientific support. *Organic Agriculture*, 7, 199–207. <https://doi.org/10.1007/s13165-017-0177-7>
2. Bolarinwa, I. F., Orfila, C., & Morgan, M. R. (2015). Determination of amygdalin in apple seeds, fresh apples and processed apple juices. *Food Chemistry*, 170, 437–442. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.083>
3. Borzykh, O. I., & Hrodskyi, V. A. (2014). Vydovyi sklad ta shkidlyvist dominantnykh komakh-shkidnykh yabluni na pivdenomu skhodi Ukrainy. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 9, 10–11. [in Ukrainian]
4. Chávez, J. P., Jungmann, D., & Siegmund, S. (2017). Modeling and Analysis of Integrated Pest Control Strategies via Impulsive Differential Equations. *International Journal of Differential Equations*, 1820607. <https://doi.org/10.1155/2017/1820607>

5. Chernii, A. M. (2014). Problemy fitosanitarnoho ozdorovlennia ahroeko-systemy plodovoho sadu. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*, 60, 482–499. [in Ukrainian]
6. Cole, L. M., & Walker, J. T. S. (2011). The Distribution of *Liotryphon Caudatus*, a Parasitoid of Codling Moth (*Cydia Pomonella*) in Hawke's Bay Apple Orchards. *New Zealand Plant Protection*, 64, 222–26. <https://doi.org/10.33084/nzpp.2011.64.5958>
7. Damos, P., Escudero-Colomar, L.-A., & Ioriatti, C. (2015) Integrated fruit production and pest management in Europe: The apple case study and how far we are from the original concept? *Insects*, 6, 626–657. <https://doi.org/10.3390/insects6030626>
8. Dampc, J., Kula-Maximenko, M., Molon, M., & Durak R. (2020). Enzymatic defense response of apple aphid *Aphis pomi* to increased temperature. *Insects*, 11 (7), 1–15. <https://doi.org/10.3390/insects11070436>
9. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Retrieved from: <https://ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian]
10. Derzhavnyi reiestr pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini. Retrieved from: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyi-reiestr-pestytsydiv-i-agrokhimikativ-dozvolenykh-do-vykorystannya-v-ukrayini/> [in Ukrainian]
11. Kundilovskoi, T. A. (Red.).(2019). *Formuvannia rynku orhanichnoi produktii v Ukraini: monohrafiia*. Odesa: Astro prynt [in Ukrainian]
12. Gupta, R., & Tara, J. S. (2015). Life history of *Aphis pomi* De Geer (green apple aphid) on apple plantations in Jammu Province, J&K, India. *Munis Entomology & Zoology*, 10 (2), 388–391.
13. Hunchak, M. V. (2019). Ekotoksikolohichne ta ekonomichne obruntuvannia system zakhystu yabluni vid shkidlyvykh orhanizmiv u Peredkarpatskii provintsii Karpatskoi hirskoi zony Ukrainy. *Candidate's thesis*. Instytut zakhystu roslyn Natsionalnoi akademii ahrarykh nauk, Kyiv [in Ukrainian]
14. Jeločnik, M., Subić, J., & Kovačević, V. (2019). Competitiveness of apple processing. *Ekonomika*, 65 (4), 41–51. <https://doi.org/10.5937/ekonomika1904041J>
15. Kamusiime, E., Nantongo, J. S., & Waacal, C. (2023). Insect pests in apple (*Malus domestica* Borkh) gardens: Review. *GSC Advanced Research and Reviews*, 15 (1), 30–53. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2023.15.1.0109>
16. Kowalska, J., Tyburski, J., Matysiak, K., Tylkowski, B., & Malusa, E. (2020). Field exploitation of multiple functions of beneficial microorganisms for plant nutrition and protection: real possibility or just a hope? *Frontiers in Microbiology*, 11, 1904. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01904>
17. Krut, M. V. (2020). Innovatsii z biolohichnogo zakhystu roslyn. *Theoretical and Empirical Scientific Research: Concept and Trends*, 1, 112–115. <https://doi.org/10.36074/24.07.2020.v1.42>
18. Maistrello, L., Dioli, P., Bariselli, M., Mazzoli, G. L., & Giacalone-Forini, I. (2016). Citizen science and early detection of invasive species: phenology of first occurrences of *Halyomorpha halys* in Southern Europe. *Biological Invasions*, 18 (11), 3109–3116. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1217-z>
19. Mathis, M., Blom, J. F., Nemecek, T., Bravin, E., Jeanneret, Ph., Daniel, O., & de Baan, L. (2022). Comparison of exemplary crop protection strategies in Swiss apple production: Multi-criteria assessment of pesticide use, ecotoxicological risks, environmental and economic impacts. *Sustainable Production and Consumption*, 31, 512–528. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.03.008>
20. Trybel, S. O. (Red.). (2001). *Metodyka vyprovovuvannia i zastosu-vannia pestytsydiv*. Kyiv: Svit [in Ukrainian]
21. Miñarro, M. & García, D. (2018). Unravelling pest infestation and biological control in low-input orchards: the case of apple blossom weevil. *Journal of Pest Science*, 91 (3), 1047–1061. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-0976-y>
22. Moinina, A., Lahlali, R., & Boulif, M. (2019). Important pests, diseases and weather conditions affecting apple production: Current state and perspectives. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 7 (1), 71–87.
23. Omeliuta, V. P. (Red.). (1986). *Oblik shkidnykh i khvorob silskohospodarskykh kultur*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
24. Guideline on good plant protection practice directive sur la bonne pratique phytosanitaire. (1994). *EPPO Bulletin*, 24 (2), 233–240. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1994.tb01368.x>

25. Pajač, I., Pejić, I., & Barić, B. (2011). Codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) – major pest in apple production: an overview of its biology, resistance, genetic structure and control strategies. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 76 (2), 87–92.
26. Pszczolkowski, M. A. (2023). Prospects of codling moth management on apples with botanical antifeedants and repellents. *Agriculture*, 13 (2), 311. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020311>
27. Sedlar, A. D., Bugarin, R. M., Nuyttens, D., Turan, J. J., Zoranovic, M. S., Ponjican, O. O., & Janic, T. V. (2013). Quality and efficiency of apple orchard protection affected by sprayer type and application rate. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11 (4), 935–944. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2013114-3746>
28. Staton, T., Walters, R., Smith, J., Breeze, T., & Girling, R. (2021). Management to promote flowering understoreys benefits natural enemy diversity, aphid suppression and income in an agroforestry system. *Agronomy*, 11 (4), 651. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040651>
29. Symochko, V. V., Pipash, M. M., & Olen, A. B. (2012). Porivnialnyi analiz chyselnosti komakh-fitofahiv yablunevykh nasadzhen z riznym stupenem zakhystu. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. *Bioloheia*, 32, 88–92. [in Ukrainian]
30. Valiūškaitė, A., Uselis, N., Kviklys, D., Lanauskas, J., & Rasiukevičiūtė, N. (2017). The effect of sustainable plant protection and apple tree management on fruit quality and yield. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104 (4), 353–358. <https://doi.org/10.13080/z-a.2017.104.045>
31. Yevtushenko, M. D., & Zabrodina, I. V. (2012). Shkidnyky-dominanty yabluni u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Fitopatoloheia ta Entomoloheia*, 11, 70–77. [in Ukrainian]
32. Zabrodina, I. V., Yevtushenko, M. D., Stankevych, S. V., Molchanova, O. A., Baidyk, H. V., Lezhenina, I. P., Filatov, M. O., Sirous, L. Ya., Yushchuk, D. D., Melenti, V. O., Romanov, O. V., Romanova, T. A., & Bragin, O. M. (2020). Ukrainian and international experience of integrated protection of apple-tree from apple-blossom weevil (*Anthonomus pomorum* Linnaeus, 1758). *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (1), 277–288. https://doi.org/10.15421/2020_44

ORCID

V. Turenko  <https://orcid.org/0000-0002-7432-6965>



2023 Turenko 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.

Chemical protection of spring barley against dominant pests in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

R. Chukhrai ✉

Article info

Correspondence Author

R. Chukhrai

E-mail:

chyhrau@gmail.com

Uman National University of Horticulture,
1, Instytutska str.,
Cherkasy region, Uman,
20305, Ukraine

Citation: Chukhrai, R. (2023). Chemical protection of spring barley against dominant pests in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 66–70. doi: 10.31210/spi2023.26.04.12

Damage and development of pests of spring barley is an urgent problem in the agriculture of Ukraine. Excessive specialization of farms under grain crops and climate change cause an increase in the number of pests and changes in the ecological optimum for their development. At the same time, dominant phytophages cause the greatest damage to the crop, which is explained by their high fertility and intensity of reproduction. In order to protect spring barley from pests, we used chemical protection agents that allow us to control a wide range of pests in a short period. Pest control was carried out using methods generally accepted in plant protection on two varieties of barley, Quench and Komandor. The first application of insecticides took place even before sowing, by treating the seeds with the poisoner Gaucho Plus 466 FS, TN (imidacloprid 233 g/l + clothianidin 233 g/l) at a consumption rate of 0.5 l/t. This made it possible to reduce damage to plants by the bread flea and prevent damage by soil and intra-stem pests. Damage to the leaf surface of barley plants due to the use of pesticides was at the level of 3.6–4.8 % against 9.0–10.3 % in the control version. During the crop growing season, the main danger to the crop was cereal aphids, *Haplothrips tritici* and *Eurygaster integriceps*. Application of insecticides Decis pro 25 WG (deltamethrin 250 g/kg) – 0.04 l/ha, Karate 050 EC (lambda-cyhalothrin – 50 g/l) – 0.2 l/ha and Decis F-lux (deltamethrin, 25 g/l) – 0.3 l/ha in the HGSA 23–32 phase allowed to effectively control the number of cereal aphids and wheat thrips. The technical efficiency of insecticides on the 7th day after application was 87.8–91.5 % against aphids and 72.7–78.3 % against wheat thrips. The last treatment with insecticides was carried out in the phase of milky grain maturity against the harmful shell bug, the technical efficiency of insecticides on the 7th day ranged from 84.5 to 89.1 %. In general, the use of insecticides makes it possible to effectively control the number of pests throughout the spring barley vegetation.

Keywords: spring barley, pests, insecticides, chemical protection of plants.

Хімічний захист ячменю ярого від комплексу шкідників в умовах Правобережного Лісостепу України

Р. В. Чухрай

Уманський національний
університет садівництва,
м. Умань, Україна

Пошкодження і розвиток шкідників ячменю ярого є актуальною проблемою в сільському господарстві України. Надмірна спеціалізація господарств під посівами зернових культур та зміни клімату призводять до збільшення чисельності шкідників та змін екологічного оптимуму їх розвитку. Водночас найбільших збитків урожаю завдають домінуючі фітофаги, що пояснюється їх високою плодючістю та інтенсивністю розмноження. З метою захисту ячменю ярого від шкідників ми застосували хімічні засоби захисту, що дозволяють контролювати широкий спектр шкідників у стислі терміни. Облік шкідників проводили згідно із загальноприйнятими у захисті рослин методиками на двох сортах ячменю Квенч та Командор. Перше застосування інсектицидів відбувалось ще до сівби шляхом обробки насіння протруйником Гаучо Плюс 466 FS, TN (імідаклопрід 233 г/л+ клотіанідин 233 г/л) у нормі витрати 0,5 л/т. Це дало змогу зменшити шкоду рослин від хлібних блішок та попередити пошкодження ґрунтовими та внутрішньостебловими шкідниками. Пошкодження листкової поверхні рослин ячменю за умови застосування протруйників знаходилося на рівні 3,6–4,8 % проти 9,0–10,3 % у контрольному варіанті. В період вегетації культури основну небезпеку культурі становили злакові попелиці, пшеничний трипс та клоп шкідлива черепашка. Застосування у фазу кущення – виходу у трубку інсектицидів Децис профі 25 WG (дельтаметрин 250 г/кг) – 0,04 л/га, Карате 050 ЕС (лямбда-цигалотрин – 50 г/л) – 0,2 л/га та Децис Ф-люкс (дельтаметрин, 25 г/л) – 0,3 л/га дозволило ефективно контролювати чисельність злакових попелиць та пшеничного трипса, технічна ефективність інсектицидів на 7-й день після застосування становила 87,8–91,5 % проти попелиць та 72,7–78,3 % проти пшеничного трипса. Остання обробка інсектицидами проводилась у фазу молочної стиглості зерна проти клопа шкідливої черепашки, технічна ефективність інсектицидів на 7-й день коливалась у межах 84,5–89,1 %. Загалом застосування інсектицидів дозволяє ефективно контролювати чисельність шкідників упродовж усієї вегетації ячменю ярого.

Ключові слова: ячмінь ярий, шкідники, інсектициди, хімічний захист рослин

Бібліографічний опис для цитування: Чухрай Р. В. Хімічний захист ячменю ярого від комплексу шкідників в умовах Правобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 66–70.

Вступ

Ячмінь ярий (*Horedum vulgare*) як перспективна зернова культура має важливе значення для повноцінного забезпечення продовольчої безпеки України. Ячмінь – культура багатопланового використання, адже зерно використовується для продовольчих, технічних і кормових цілей. У зерні ячменю ярого міститься 65–68 % вуглеводів, 7–18 % білка, 2,1 % жиру, 1,5–2,5 % золі і 3–5 % клітковини [1]. Проте для отримання високих та сталих урожаїв постає необхідність його захисту від шкідливих організмів. Комахи-шкідники є основними конкурентами людини за ресурси, які генерує сільське господарство. Шкода, спричинена цими організмами, є одним із найважливіших факторів зниження продуктивності будь-якого виду культурних рослин [2].

Надмірна спеціалізація господарств в Україні та однобічно спрямоване збільшення частки площ під посівами зернових культур і соняшнику – до 57,5 і 17 % від загальної площі орних земель, а у Степу – до 62,5 та 25 %, призводить до грубого порушення зв'язків в агроценозах. Це збільшує чисельність шкідливих організмів в агроекосистемах і підвищує її біологічне забруднення [3].

Тому захист зернових культур, зокрема і ячменю ярого, від шкідників та розробка інтегрованих систем захисту є актуальною проблемою не тільки в Україні, а й у Європі та світі [4–5.] Засоби захисту рослин є невід'ємною складовою частиною сучасних агротехнологій попри загальновідомі негативні наслідки впливу на людину і довкілля. Тому для зменшення негативного впливу пестицидів на агроекосистеми і прилеглі території необхідно враховувати потенційні екологічні ризики їх застосування [6].

Серед усіх можливих методів захисту сільськогосподарських культур від фітофагів хімічний метод є найбільш швидкодіючим та ефективним порівняно з іншими. Його застосування дозволяє сільськогосподарським виробникам у зручній формі контролювати широкий спектр шкідників [7]. Водночас хімічні обробки проти шкідників доцільно проводити тільки після ретельного фітосанітарного моніторингу агроценозів з метою уточнення ступеня загрози врожаю, щоб запобігти негативним наслідкам використання пестицидів [8].

Інтенсивне потепління, яке спостерігається з минулого десятиріччя, особливо в зимові місяці, сприяє тому, що відновлення весняних процесів відбувається, як правило, на 2–3 тижні раніше, спостерігається збільшення тривалості періоду активної вегетації рослин на 7–10 днів. У підсумку це призводить до змін екологічного оптимуму різних видів шкідливих організмів, поширення зон оптимуму для них на північ та поступового збільшення кількості генерацій через подовження сезону вегетації. За умов масового розмноження інтенсивна міграція і розповсюдження комах з природних стацій призводить до загального збільшення популяцій шкідників у агроценозах [9]. Встановлено, що найбільших збитків урожаю завдають фітофаги, які щорічно домінують в їхніх ентомокомплексах.

Це пояснюється насамперед особливостями їхньої біології, високою плодючістю та інтенсивністю розмноження [10].

Саме тому при правильному застосуванні інсектицидів вони є важливим компонентом у боротьбі зі шкідливими комахами у покращенні врожайності культури та зменшенні їхньої чисельності до економічно невідчутного рівня [11–12].

З наукових джерел відомо, що суми негативних температур у зимовий період зменшилися у 2–3 рази, що послабляє негативну дію мінусових температур на шкідливі організми, перезимівля яких збільшилась удвічі, інколи на 80–90 %. До того ж почастишали ранні теплі весни з температурою 5–10 °С вище нуля. Усе це створює умови для поширення багатодіних фітофагів, таких як совки, саранові, мишоподібні гризуни, усі види попелиць, клопа черепашки, хлібних турунів та інших [13–14].

Мета дослідження

Нашою метою було на тлі змін метеорологічних умов в Україні визначити найбільш шкідливих комах в агроценозі ячменю та провести хімічні заходи захисту з метою контролю їх чисельності.

Матеріали і методи

Дослідження проводились впродовж 2018–2020 років в Уманському національному університеті садівництва на полях сівозміни кафедри захисту і карантину рослин.

ґрунтові розкопки проводились два рази на рік (восени та на весні) за методиками Омелюти В.П. та ін. [15]. Ентомофауну посівів ячменю досліджували за загальноприйнятими методиками в захисті рослин [16]. Пошкодження листової поверхні ячменю визначали за шестибальною шкалою, де бал «0» – непошкоджені рослини, а бал «5» – дуже сильне пошкодження (76–100 %). Облік попелиць у фазу кушення проводили шляхом аналізу рослинних проб. Кожна проба складається з рослин з 0,5 м рядка посіву, а сума всіх проб дорівнює кількості на 1 м². Облік трипсів проводили шляхом відбору 20 проб по 5 колосків, з наступним підрахунком шкідника. Чисельність клопів визначали шляхом підрахунку їх на ділянках 50 × 50 см (0,25 м²), розміщених у шаховому порядку, з оглядом грудочок землі та рослинних решток, куди вони ховаються у похмуру погоду.

Ефективність дії інсектицидів визначали за формулою:

$$E_d = \frac{100 \cdot (Aa - Bb)}{Aa}$$

де:

E_d – ефективність дії з поправкою на контроль, %; зниження щільності після обробки, %;

A – щільність комах до обробки;

B – щільність комах після обробки;

a – щільність комах у контролі при першому обліку;

b – щільність комах у контролі при подальших обліках.

Підрахунок щільності комах після застосування інсектицидів проводили на 7 та 14 день після обробки.

Дослідження проводились на сортах ячменю Командор та Квенч, повторність трьохразова.

Результати та їх обговорення

За три роки досліджень, проведених в умовах НВВ Уманського НУС, у посівах ярого ячменю було виявлено 22 небезпечних для культури види із 6 рядів, що траплялися в посівах упродовж усієї вегетації культури.

Серед них, як показали обліки і спостереження, перевищували показники ЕПШ злакові попелиці

(ячмінна, звичайна, злакова), трипс пшеничний, клоп шкідлива черепашка. В окремі роки перевищення економічного порогу шкідливості досягали личинки коваликів, хлібні блішки, п'явица червоногруда та синя. Тому для ефективного захисту ячменю ярого від них ми застосовували хімічні засоби захисту рослин.

Перший етап передбачав передпосівну обробку насіння інсектицидним протруйником Гаучо Плюс 466 FS, ТН у нормі витрати 0,5 л/т з додаванням фунгіциду Максим Форте 050 FS, т.к.с. в нормі витрати 1,5 л/т для захисту культури в період сходів кушення проти листогризучих шкідників, а саме смугастої та звичайної хлібної блішки (табл. 1.)

Таблиця 1

Пошкодження листової поверхні ячменю ярого залежно від сорту та передпосівної обробки насіння, 2018–2020 роки

Сорт	Варіант дослідження	Пошкодження на 7-й день після появи сходів, % / бал	Пошкодження на 14-й день після появи сходів, % / бал	Пошкодження на 21-й день після появи сходів, % / бал
Квенч	Без обробки насіння	1,2/1	1,9 / 1	9,0 / 2
Квенч	Гаучо Плюс 466 FS, ТН (0,5 л/т) + Максим Форте 050 FS, т.к.с. (1,5 л/т)	0,2/1	0,4 / 1	3,6 / 1
Командор	Без обробки насіння	1,3/1	1,9 / 1	10,3 / 2
Командор	Гаучо Плюс 466 FS, ТН (0,5 л/т) + Максим Форте 050 FS, т.к.с. (1,5 л/т)	0,5/1	0,6 / 1	4,8 / 1

Як видно з таблиці 1, застосування інсектицидного протруйника дає змогу зменшити пошкодження листогризучими шкідниками. Так, різниця на 21-й день після появи сходів від контрольного варіанту складає 5,4 % на сорті Квенч та 5,5 % на сорті Командор. Хоча шкода від листогризучих шкідників досить незначна (на рівні 2 балів), інсектицидний протруйник може захистити сходи ячменю також і від комплексу ґрунтових та внутрішньостеблових

шкідників [17–19], тим самим зменшуючи кількість обробок у період вегетації проти них.

Наступний етап застосування засобів захисту проти шкідників відбувався в період закінчення кушення-початок виходу у трубку, різниця у фазі залежала від показника ЕПШ під кожний вегетаційний рік досліджень. Застосування інсектицидів сприяло контролю чисельності злакових попелиць та пшеничного трипса (табл. 2).

Таблиця 2

Ефективність застосування інсектицидів у фазу кушення–виходу у трубку проти злакових попелиць та пшеничного трипса, 2018–2020 роки

Варіант дослідження	Сорт Квенч		Сорт Командор	
	екземплярів на стебло	технічна ефективність, %	екземплярів на стебло	технічна ефективність, %
<i>Злакові попелиці (сумарна кількість усіх видів)</i>				
<i>На 7-й день після обприскування</i>				
Контроль (обп. Водюю)	41,0	-	45,0	-
Фон (протруйники)	28,6	30,2	29,9	33,5
Фон + Децис профі (0,04 кг/га)	3,5	91,5	4,0	91,1
Фон + Карате 050 ЕС (0,2 л/га)	5,0	87,8	5,5	87,8
Фон + Децис f-Люкс (0,3л/га)	4,5	89,0	5,0	88,9
<i>На 14-й день після обприскування</i>				
Контроль (обп. Водюю)	46,0	-	44,5	-
Фон (протруйники)	35,1	23,7	37,7	15,3
Фон + Децис профі (0,04 кг/га)	10,0	78,3	11,0	75,2
Фон + Карате 050 ЕС (0,2 л/га)	13,5	70,7	12,0	73,0
Фон + Децис f-Люкс (0,3л/га)	15,0	67,4	16,5	62,9
<i>Пшеничний трипс</i>				
<i>На 7-й день після обприскування</i>				
Контроль (обп. Водюю)	33,0	-	35,0	-
Фон (протруйники)	27,0	18,2	27,0	22,9
Фон + Децис профі (0,04 кг/га)	7,0	78,8	7,0	80,0
Фон + Карате 050 ЕС (0,2 л/га)	9,0	72,7	8,0	77,1
Фон + Децис f-Люкс (0,3л/га)	8,0	75,8	7,0	80,0
<i>На 14-й день після обприскування</i>				
Контроль (обп. Водюю)	43,0	-	42,0	-
Фон (протруйники)	31,0	27,9	32,0	23,8
Фон + Децис профі (0,04 кг/га)	14,0	67,4	15,0	64,2
Фон + Карате 050 ЕС (0,2 л/га)	17,0	60,5	18,0	57,1
Фон + Децис f-Люкс (0,3л/га)	15,0	65,1	15,0	64,2

Як видно з даних таблиці 2, ефективність застосування інсектицидів проти злакових попелиць склала 88,9–91,5 % на 7-й день після обробки інсектицидами та 62,9–78,3 % на 14-й день. Збільшення чисельності злакових попелиць через два тижні від дати обприскування можна пояснити мігруванням попелиць з інших посівів та утворенням нових поколінь шкідника. Загалом захист ячменю ярого від злакових попелиць при застосуванні інсектицидів дає змогу утримувати популяцію шкідників на економічно невідчутному рівні до двох тижнів, після

цього терміну чисельність шкідника наближається до економічного порогу шкідливості [20].

Технічна ефективність інсектицидів проти пшеничного трипса мала схожу тенденцію як і щодо злакових попелиць. Ефективність коливалась на рівні 72,7–80,0 % на 7-й день та 57,1–67,4 % на 14-й день після обприскування.

Останню обробку інсектицидами проводили у фазу молочної стиглості зерна проти клопа шкідливої черепашки як найнебезпечнішого хлібного клопа для зернових колосових культур [21] (табл. 3).

Таблиця 3

Технічна ефективність застосування інсектицидів проти клопа шкідливої черепашки, 2018–2020 роки

Варіант дослідження	Сорт Квенч		Сорт Командор	
	екземплярів на стебло	технічна ефективність, %	екземплярів на стебло	технічна ефективність, %
На 7-й день після обприскування				
Контроль (обп. Водюю)	11,0	-	12,0	-
Фон (протруйники)	10,0		10,9	
Фон + Децис профі (0,04 кг/га)	1,2	89,1	1,7	85,8
Фон + Карате 050 ЕС (0,2 л/га)	1,4	87,3	1,9	85,2
Фон + Децис f-Люкс (0,3л/га)	1,7	84,5	1,8	85,0
На 14-й день після обприскування				
Контроль (обп. Водюю)	12,0	-	12,0	-
Фон (протруйники)	11,0	8,3	11,1	7,5
Фон + Децис профі (0,04 кг/га)	2,3	80,8	2,1	82,5
Фон + Карате 050 ЕС (0,2 л/га)	2,9	75,8	2,8	76,7
Фон + Децис f-Люкс (0,3л/га)	2,5	79,1	2,3	80,8

Як видно із таблиці 3, застосування інсектицидів у період вегетації дозволяє ефективно знизити чисельність клопа до економічно невідчутного рівня (4–5 екз./м²). На 7-й день після застосування інсектицидів чисельність клопа знизилась на 84,5–89,1 %, що значно нижче ЕПШ. На 14-й день зберігалась мала кількість шкідника, що пояснюється вчасним застосуванням пестициду з метою знищення дорослих особин та личинок нового покоління.

Висновки

Як бачимо, застосування інсектицидів та інсектицидних протруйників дозволяє забезпечити захист рослин ячменю ярого впродовж усієї вегетації культури. Передпосівна обробка насіння забезпечила захист від листогризух шкідників на 5,4–5,5 % порівняно з контрольним варіантом та дозволила попередити пошкодження ґрунтовими та внутрішньостебловими шкідниками. Обробка посівів інсектицидами дозволяє знизити чисельність злакових попелиць на 87,8–91,5 % на 7-й день та на 62,9–78,3 % на 14-й день після застосування інсектицидів Децис профі, Карате 050 ЕС та Децис f-Люкс. Чисельність пшеничного трипса знизилась на 72,7–80,0 % у перший тиждень та на 57,1–67,4 % у другий тиждень після застосування засобів захисту. Застосування інсектицидів у фазу молочної стиглості зерна ячменю, дозволило ефективно контролювати хлібних клопів, а особливо домінуючий вид – клопа шкідливу черепашку, знижуючи її чисельність на 75,8–82,5 %.

Конфлікт інтересів

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

References

- Gorobets, M. V., Pysarenko, P. V., Chaika, T. O., & Mishchenko, O. V. (2020). Scientific approaches to the greening the technology of growing spring barley in conditions of the Left – Bank Forest-Steppe. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 142–149. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.17>
- Oliveira, C. M., Auad, A. M., Mendes, S. M., & Frizzas, M. R. (2014). Crop losses and the economic impact of insect pests on *Brazilian agriculture*. *Crop Protection*, 56, 50–54. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.10.022>
- Borzykh, O.I. (2015). Kompleks shkidlyvoi bioty v ahroekosystemakh Ukrainy. *Zakhyst i karantyn Roslyn*, 61, 3–10. [in Ukrainian]
- Kauppi, K., Rajala, A., Huusela, E., Kaseva, J., Ruuttunen, P., Jalli, H., Alakukku, L., & Jalli, M. (2021). Impact of pests on cereal grain and nutrient yield in boreal growing conditions. *Agronomy*, 11 (3), 592. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030592>
- Lamichane, J. R., Aubertot, J.-N., Begg, G., Birch, A. N. E., Boonekamp, P., Dachbrodt-Saaydeh, S., Hansen, J. G., Hovmöller, M. S., Jensen, J. E., Jørgensen, L. N., Kiss, J., Kudsk, P., Moonen, A.-C., Rasplus, J.-Y., Sattin, M., Streito, J.-C., & Messéan, A. (2016). Networking of integrated pest management: A powerful approach to address common challenges in agriculture. *Crop Protection*, 89, 139–151. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.07.011>
- Mostoviak, S., Mostoviak, I., Borzykh, O., & Fedorenko, V. (2022). Ecotoxicological assessment of the application of chemical products of plant protection against pests. *Karantin i Zahist Roslyn*, 3, 3–10. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.3.3-10>
- Steiro, Å. L., Kvakkestad, V., Breland, T. A., & Vatn, A. (2020). Integrated Pest Management adoption by grain farmers in Norway: A novel index method. *Crop Protection*, 135, 105201. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105201>

8. Borzykh, O., Chaika, V., Fedorenko, A., Borusenko, V., Neverovska, T., Vlasenko, I., & Miniailo, N. (2022). State of harmful entomocomplex in winter wheat crops in Ukraine under the conditions of climate change. *Karantin i Zahist Roslin*, 4, 10–14. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.10-14>
9. Borzykh, O., Bublyk, L., Chaika, V., Gavrylyuk, L., Kruk, I., Shevchuk, O., Neverovska, T., & Bakhmut, O. (2022). Agroclimatic and agroecotoxicological justification of zonal chemical protection systems against harmful organisms for field crops under conditions of climate change in Ukraine. *Karantin i Zahist Roslin*, 4, 3–9. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9>
10. Sakhneko, V. V. (2014). Ekoloho-fiziolohichni aspekty v tekhnolohiiakh zakhystu zernovykh kolosovykh kultur vid shkidnykiv v lisostepu Ukrainy. *Nauchnye trudy SWORLD.*, 33, 79–85. [in Ukrainian; in Russian]
11. Ramsden, M. W., Kendall, S. L., Ellis, S. A., & Berry, P. M. (2017). A review of economic thresholds for invertebrate pests in UK arable crops. *Crop Protection*, 96, 30–43. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.01.009>
12. Bakalova, A., Gritsyuk, N., & Derecha, O. (2019). Comprehensive protection of winter wheat from harmful organisms of agrocenosis in the zone of the Polissya of Ukraine. *Karantin i Zahist Roslin*, 1–2, 5–10. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2019.1-2.5-10>
13. Trybel, S. O., & Siadrysta, O. B. (2002). Pohoda i fitofanitarnyi stan ahrotsenoziv. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 7, 1. [in Ukrainian]
14. Parminska, L., & Havryliuk, N. (2019). The influence of weather conditions during an autumn period on the development of basic wreckers and diseases of agrocenosis of winter wheat in Forest-Steppe zone. *Karantin i Zahist Roslin*, 1–2, 10–14. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2019.1-2.10-14>
15. Chaika, V. M., Havei, I. V., & Neverovska, T. M. (2014). Dynamika chyselnosti shkidnykiv pshenytsi ozymoi Lisostepu Ukrainy v umovakh zmin klimatu. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*, 60, 444–451. [in Ukrainian]
16. Omeliuta, V. P. (Red.). (1986). *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
17. Stankevych, S. V., & Zabrodina, I. V. (2016). *Monitorynh shkidnykiv silskohospodarskykh kultur*. Kharkiv: FOP Brovin O.V. [in Ukrainian]
18. Krasylivets, Yu. H., Kuzmenko, N. V., Lytvynov, N. V., & Posashkova, O. I. (2013). Efektyvnist protruivannia nasinnia yachmeniu yaroho v zakhysti vid shkidnykiv. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 10, 7–10. [in Ukrainian]
19. Krasylivets, Yu. H., Kuzmenko, N. V., Lytvynov, N. V., & Posashkova, O. I. (2004). Vplyv ahropriiomiv i protruivannia nasinnia yaroho yachmeniu na poshkodzhennia vnutrishnosteblovymy shkidnykamy. *Pratsi Kharkivskoho Entomolohichnoho Tovarystva*, 1-2, 182–185. [in Ukrainian]
20. Stankevych, S. V., & Zabrodina, I. V. (2016). *Ekonomichni porohy shkidlyvosti osnovnykh shkidnykiv silskohospodarskykh kultur*. Kharkiv: KhNAU [in Ukrainian]
21. Aljaryian, R., Kumar, L., & Taylor, S. (2016). Modelling the current and potential future distributions of the sunn pest *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae) using CLIMEX. *Pest Management Science*, 72 (10), 1989–2000. <https://doi.org/10.1002/ps.4247>

ORCID

R. Chukhrai  <https://orcid.org/0000-0002-6990-2008>



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

Influence of sowing time on grain yield of amaranth of the Western Forest-Steppe of Ukraine

M. Tyrus[✉]

Article info

Correspondence Author

M. Tyrus

E-mail:

Tyrusmaria0408@gmail.comLviv National Environmental
University,
Volodymyr Velykyi Str. 1,
Dubliany, 80381,
Ukraine

Citation: Tyrus, M. (2023). Influence of sowing time on grain yield of amaranth of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 71–76. doi: 10.31210/spi2023.26.04.13

Amaranth is an ancient pseudocereal crop, the potential of which has not yet been realized. We can say that currently amaranth is being discovered "anew". It is widely used in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries. Amaranth is a niche crop in Ukraine with small cultivated areas, the crops are mainly concentrated in the East and South. The timing of sowing for amaranth is an important technological factor in realizing the level of productivity, which affects the timely receipt of seedlings and the duration of the growing season, especially when growing it for seeds. Field research was conducted in the conditions of the Western Forest-Steppe at the experimental field of the Department of Technologies in Crop Production of the Lviv National University of Nature Management on a dark gray podzolized light loamy soil. Hydrothermal conditions in the years of research differed slightly from the average long-term data, but, in general, were favorable for growing amaranth. The total area of the plot was 30 m², accounting – 20 m². Research was carried out in three repetitions. The seed sowing rate was 0.4 million/ha for mineral fertilizer rates N₁₆₀P₆₀K₁₂₀. In the researches, the mid-ripening Lyera variety (*A. hypochondriacus*) was used, the protein content in the seeds was 20.6 %, the oil content was 7.0 %, and the seed yield was up to 22 t/ha. Amaranth belongs to heat-loving plants. To obtain friendly seedlings, the soil should warm up to 8–10 °C. Research has established that only by sowing at the optimal time, plants can fully use all the necessary factors for their growth and development and the formation of the highest yield. Field germination (76 %), plant density (30 units/m²) of amaranth in the seedling phase, plant survival during the growing season (88–90 %) and plant density before harvest (26–27 units/m²) were highest for sowing in the summer months. The mass of seeds per plant (21 g), on which the level of productivity depended the most, was the largest for sowing on April 30. The optimal time for sowing amaranth of the Lyera variety in the conditions of the western forest-steppe of Ukraine is April 30. Valid dates are in the range from April 15 to May 15. Sowing amaranth in the summer months is advisable only when growing for green mass.

Keywords: amaranth, sowing time, field germination, survival, crop structure, productivity.

Формування врожайності зерна амаранту залежно від строків сівби в умовах Західного Лісостепу України

М. Л. Тирусь

Львівський національний
університет
природокористування,
м. Дубляни, Україна

Амарант – древня псевдозлакова культура, потенціал якої поки що не реалізований. Можна сказати, що наразі амарант відкривають «заново». Він широко використовується в харчовій, фармацевтичній, косметичній промисловості. Амарант – нішова культура в Україні з невеликими посівними площами. Загалом посіви зосереджені на Сході та Півдні. Строки сівби для амаранту є важливим технологічним чинником реалізації рівня продуктивності, що впливає на своєчасне одержання сходів і тривалість вегетаційного періоду, особливо при вирощуванні його на насіння. Польові дослідження проводили в умовах Західного Лісостепу на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету природокористування на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті. Гідротермічні умови в роки досліджень дещо відрізнялися від середніх багаторічних даних, але, загалом, були сприятливі для вирощування амаранту. Загальна площа ділянки становила 30 м², облікова – 20 м². Дослідження проводили у трьох повтореннях. Норма висіву насіння становила 0,4 млн/га при нормі мінеральних добрив N₁₆₀P₆₀K₁₂₀. У дослідженнях використовували середньостиглий сорт Лера (*A. hypochondriacus*), вміст білка в насінні 20,6 %, олії – 7,0 %, урожайність насіння до 22 ц/га. Амарант відноситься до теплолюбних рослин. Для одержання дружних сходів ґрунт має прогрітись до 8–10 °C. Дослідження свідчать, що лише за умови сівби в оптимальні строки рослини можуть повністю використати всі необхідні чинники для свого росту і розвитку та формування найвищої врожайності. Польова схожість (76 %), густина рослин (30 шт./м²) у фазі сходів, виживання рослин за вегетацію (88–90 %) та густина рослин перед збиранням (26–27 шт./м²) були найвищі за умови сівби у літні місяці. Маса насіння з рослини (21 г), від якої насамперед залежав рівень урожайності, була найбільшою за умови сівби 30 квітня. Оптимальні строки сівби амаранту сорту Лера в умовах Західного Лісостепу України припадають на 30 квітня. Допустимі строки перебувають в діапазоні від 15 квітня до 15 травня.

Ключові слова: амарант, строки сівби, польова схожість, виживаність, структура врожаю, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Тирусь М. Л. Формування врожайності зерна амаранту залежно від строків сівби в умовах Західного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 71–76.

Вступ

Амарант – древня псевдозлакова культура, потенціал якої поки що не реалізований. Можна сказати, що наразі амарант відкривають «заново». Його найбільше використовують в харчовій, фармацевтичній, косметичній промисловості [19]. Амарант – нішова культура в Україні з невеликими посівними площами, які загалом зосереджені на Сході та Півдні.

За оцінкою адаптивного потенціалу, інтродукційної стійкості та господарського призначення виділено три види амаранта: *A. cruentus* – кормового типу, *A. hybridus* і *A. hypochondriacus* – універсального застосування (кормового і зернового напрямів), які заслуговують на введення в культуру [9]. Потенціал видів амаранту здається величезним і перспективним, що створює необхідність усебічного дослідження цієї рослини в оздоровчих цілях, а також і у промисловому використанні вкрай необхідним. Серед сортів Харківський 1 – найурожайніший. Перевагою сорту Ультра є ранньостиглість, він досягає в серпні-вересні, є можливість післязнівного вирощування [21].

Строки сівби для амаранту є важливим технологічним елементом реалізації рівня продуктивності, що впливає на своєчасне одержання сходів і тривалість вегетаційного періоду, особливо при вирощуванні його на насіння. Результати досліджень свідчать, що лише за умови сівби в оптимальні строки рослини можуть повністю використати всі необхідні чинники для свого росту і розвитку та формування найвищої врожайності. Амарант відноситься до теплолюбних рослин. Для одержання дружних сходів ґрунт має прогрітись до 8–10 °С. За температури понад 10 °С сходи з'являються на 8–9-й день [18].

Сівба в оптимальні строки скорочує період сівба-сходи, забезпечує підвищення польової схожості, сприяє зменшенню рівня забур'яненості порівняно з ранніми строками сівби [28].

Оптимальні строки сівби в умовах Західного Лісостепу України припадають на 20–25 квітня. У разі більш ранніх строків сівби насіння амаранту проростало повільніше, зменшувалась польова схожість, що призводило до зниження урожайності. Урожайність знижувалась також, якщо сіяли у більш пізні строки [16]. Сіють амарант в умовах Західного Лісостепу України 20–30 квітня [18].

Частина дослідників вказує на такі ж календарні строки. Найвища врожайність формується за умови висівання у третій декаді квітня [31, 6, 20].

Для умов Черкаської області строки сівби теж припадають на кінець квітня. Сіють упродовж травня. У холодному ґрунті проростає впродовж 10–15 діб, якщо сіяти у червні – сходить за 3–5 діб [21].

Є дані авторів про необхідність проводити сівбу культури при значно вищих температурах – 18–20 °С у шарі ґрунту 0–10 см, що припадає переважно на середину травня [27].

Про потребу сіяти не раніше 20 квітня вказують й інші дослідники. Краще сіяти за температури ґрунту 12–16 °С [3]. За іншими даними оптимальними строками сівби є перша декада травня [30].

В умовах Лівобережного Лісостепу України оптимальною можна вважати проведення сівби в 1–2-й декаді травня, тобто при сталому прогріванні ґрунту вище 12 °С [9]. Такі ж рекомендації вказані в багатьох інших дослідженнях. Оптимальний строк сівби – це період з 5 по 25 травня [15]. У пізніших дослідженнях [14] для умов Південного Степу України дещо скорочують період оптимальності сівби – із середини першої декади до середини другої декади травня. Кращі строки сівби – середина травня [13]. За умови вирощування на зерно вид *Amaranthus cruentus* L. потрібно сіяти 25 травня [4].

Дослідники вказують, що найвища врожайність зерна формувалась за умови сівби 15 травня. Якщо сіяти 15 та 30 квітня, то вона зменшувалась [7].

На осушених торфових ґрунтах Сарненської дослідної станції Рівненської області сприятливі умови для формування надземної маси теж складались при сівбі амаранту 15 травня. Урожайність зеленої маси становила 400–500 ц/га [29].

Доведено, що у сприятливих умовах амарант забезпечував найбільшу врожайність при другому строку сівби та широкорядному способі – 4,9 т/га сорт Ультра та 5,1 т/га – сорт Студентський [12, 8].

Є також рекомендації сіяти ще пізніше у травні-червні, коли ґрунт прогрівається до 14–18 °С [5].

Сорт Ультра можна висівати до 15 липня, він досягає у жовтні, його потенціал до 3,5 т/га [25]. Строки сівби 15 травня є оптимальними, а до 15 липня можна висівати ранній сорт Ультра [22].

За рекомендацією О. Дуди, як зазначив Рижков О (2022), у середній смугі (Дніпропетровська, Кіровоградська області) висівати амарант післязнівно на зерно можна до 20 липня. Ближче до півночі – до 15 липня, а на крайній півночі України – до 10 липня. 2021 року посіви після 19 липня на Житомирщині не сформували насіння через низьку суму температур та ранні приморозки [23].

У перший строк сівби фотосинтетичний потенціал виявився більшим, ніж у пізні строки за рахунок більш тривалого періоду вегетації [10].

В умовах Італії вивчали три строки сівби: 27 березня, 20 квітня та 4 червня. Вища урожайність була при ранніх строках сівби, якщо сума температур за вегетацію 2100–2300 °С [1, 2, 24]. За даними дослідників з Канади, в умовах південного Онтаріо кращими є ранні строки сівби – із середини травня до кінця червня [17].

Для розширення посівних площ амаранту в Україні необхідно вивчати та розробляти інтенсивні технології вирощування, що орієнтовані на конкретні ґрунтово-кліматичні зони. Потребують уточнення майже всі елементи технології вирощування амаранту, зокрема і строки сівби, особливо зважаючи на особливості сорту.

Мета дослідження

Мета досліджень полягла у встановленні впливу строків сівби на продуктивність амаранту в умовах Західного Лісостепу України.

Матеріали і методи

Завданням досліджень було встановити вплив строків сівби на продуктивність амаранту. Для цього на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету природокористування було проведено польові дослідження з використанням сорту амаранту Лера. Цей сорт створено шляхом індивідуального добору зі зразку *A. hypochondriacus* (K – 14). Занесено до Реєстру сортів рослин України 2002 р. Рослини висотою до 170–220 см. Стебло зелене, листя зелене з червоними прожилками. Волоть довжиною до 54 см, червона, компактна. Насіння біле, маса 1000 насінин – 0,7 г. Стійкість до вилягання – 9 балів, стійкість до осипання – 8 балів. Сорт середньостиглий – 105 днів. Вміст білка в насінні 20,6 %, олії – 7,0 %. Урожайність насіння до 22 ц/га. Зерно придатне для виготовлення борошна та олії.

Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений легкосуглинковий, який характеризувався такими показниками: вміст гумусу (за методом Тюріна) – 2,15 %, рН – 6,1, легкогідралізований азот – 112 мг/кг ґрунту, рухомі форми фосфору (за методом Чирикова) – 127 мг/кг ґрунту, рухомі форми калію (за Чириковим) – 115 мг/кг ґрунту.

Гідротермічні умови відрізнялися від середніх багаторічних даних. Було тепліше і випало більше опадів. 2021 року при достатній кількості опадів, середня температура у квітні була нижче від середніх багаторічних даних. Травень, червень і липень були сприятливі для одержання сходів амаранту.

Таблиця 1

Вплив строків сівби на польову схожість амаранту, %

Строки сівби	Роки			Польова схожість, середнє за 2021–2023рр.	Густота рослин у фазі сходів, шт/м ²
	2021	2022	2023		
15 квітня	56	60	58	58	23
30 квітня	57	66	57	60	24
15 травня	75	71	57	68	27
30 травня	77	70	55	67	27
15 червня	78	67	74	73	29
30 червня	79	67	76	74	30
15 липня	77	76	75	76	30
30 липня	76	77	75	76	30

При нормі висіву 0,4 млн/га у фазі сходів залежно від строків сівби на 1 м² було від 23 до 30 рослин/м².

Рівень виживання рослин амаранту від сходів до збирання коливався в межах 75–90 % (табл. 2). У разі сівби у менш сприятливих умовах у квітні він був значно нижчим і становив 75–77 %. Якщо сіяли у травні, то виживання рослин амаранту підвищилось

2022 року був дуже холодний квітень, недостатня кількість вологи у квітні, травні і червні. 2023 року нижча температура була у квітні та недостатньо опадів у травні, тоді як у червні та липні кількість опадів перевищувала середні багаторічні дані на 24,4 та 31,7 мм відповідно.

Загальна площа ділянки становила 30 м², облікова – 20 м². Дослідження проводили у трьох повтореннях. Норма висіву насіння сорту Лера становила 0,4 млн/га при нормі мінеральних добрив N₁₆₀P₆₀K₁₂₀.

Статистичну обробку даних проводили дисперсійним і кореляційним методами за допомогою програм Microsoft Excel і «Statistica 6.0».

Результати та їх обговорення

Польова схожість насіння визначає оптимальну густоту і рівномірність розміщення рослин на площі, що створює добрі умови для росту і розвитку амаранту. На польову схожість дрібного насіння (M1000 = 0,6–0,9 г) амаранту впливає багато чинників: гідротермічні умови, властивості ґрунту, наявність хвороб і шкідників і, особливо, якість насіння і підготовки ґрунту.

Порівняно з іншими культурами польова схожість амаранту може бути значно нижчою. Так, найвища польова схожість (лише 68 %) в умовах Харківської області була у сорту Студентський за умови сівби у перший строк, коли ґрунт прогрівся до 10–12 °С [11].

У наших дослідженнях польова схожість у середньому за три роки була найменшою (58 та 60 %) у квітневій строкі сівби у всі роки внаслідок нижчої температури ґрунту (табл. 1). У травні строки сівби польова схожість підвищилась до 68 та 67 %. Відсутність опадів у цей місяць 2023 року призвела до зниження польової схожості до 57 та 55 %. Для строків сівби у літні місяці була характерна найвища польова схожість у межах 73–76 %, оскільки тепловий режим і кількість вологи були оптимальні.

до 83 %. За умови сівби у червні і липні показник виживання зріс до 88–90 %. Якщо польова схожість суттєво залежала від гідротермічних умов року, то вплив гідротермічних умов на рівень виживання був значно меншим. Це пояснюється тим, що впродовж вегетації амаранту був задовільний тепловий режим і достатня забезпеченість вологою.

Таблиця 2

Виживання за вегетаційний період та густина рослин амаранту перед збиранням залежно від строків сівби, середнє за 2021–2023 рр.

Строки сівби	Виживання, %	Приріст, %	Густина рослин перед збиранням, шт/м ²	Приріст, шт/м ²
15 квітня	75	-	17	-
30 квітня	77	2	18	1
15 травня	83	8	22	5
30 травня	83	8	22	5
15 червня	89	14	26	9
30 червня	88	13	26	9
15 липня	90	15	27	10
30 липня	88	13	26	9

НІР_{0,5} %, 2021 р. – 2,35
2022 р. – 1,83
2023 р. – 2,92

Густоту рослин перед збиранням визначали за показниками рівня польової схожості та виживання за вегетаційний період. Вона змінювалась з 17–18 шт./м² за умови сівби у квітні до 22 шт./м² – у разі сівби у травні. Найбільша кількість рослин амаранту формувалась на варіантах з строками сівби у червні та липні – 26–27 шт./м² (табл. 2).

Строки сівби істотно впливали на ріст і розвиток рослин та їхню врожайність. Висота рослин при ранніх строках сівби у квітні-травні коливалась у межах 190–198 см (табл. 3). Сорт Лера у наших дослідженнях (Tugus, M., & Lykhochvor, V. 2021) був і більш високорослим, але 2021–2023 рр.

були менш сприятливі погодні умови для наростання біомаси. У разі пізніших строків сівби висота рослин зменшувалась, особливо, якщо сіяли у червні [26].

У результаті проведеного кореляційно-регресійного аналізу виявлено зворотній суттєвий вплив строків сівби на висоту стебла рослин амаранту і довжину волоті: коефіцієнт кореляції становив $r = -0,92$, $r = -0,93$ відповідно.

Довжину волоті відзначали найбільшу у високорослих рослин і за умови сівби 30 квітня, вона становила 65 см. У разі в липні волоть формувалась значно менша.

Таблиця 3

Елементи структури врожаю амаранту сорту Лера залежно від строку сівби, середнє за 2021–2023 рр.

Строки сівби	Висота рослини, см	Довжина волоті, см	Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин	Біологічна врожайність, ц/га
15 квітня	195	58	18	0,82	30,6
30 квітня	198	65	21	0,89	37,8
15 травня	197	63	15	0,87	33,0
30 травня	190	56	12	0,79	26,4
15 червня	181	48	6	0,70	15,6
30 червня	175	40	3	0,52	7,8
15 липня	152	34	-	-	-
30 липня	137	30	-	-	-

Дуже важливим показником структури врожаю є маса насіння з рослини. Саме за цим показником і кількістю рослин на 1 м² перед збиранням визначають біологічну врожайність зерна амаранту. Маса насіння з рослини залежала від строку сівби, що підтверджено результатами кореляційно-регресійного аналізу: коефіцієнт кореляції становив $r = 0,66$, що свідчить про прямий зв'язок середньої сили. За умови сівби 30 квітня рослини мали найкращі умови для формування високоврожайних посівів. Так, маса насіння з рослини на цьому варіанті найвища і становить 21 г. Високою вона залишається також за умови сівби 15 квітня та 15 травня. Пізні строки сівби амаранту у червні та липні не забезпечують формування належного рівня врожайності. Тут маса насіння з рослини дуже низька – 3–6 г. А за умови сівби 15 та 30 липня в умовах Західного Лісостепу України зерно не формувалось жодного року.

Маса 1000 насінин теж була більша на варіантах з тривалішою вегетацією. За умови сівби у період 15 квітня – 15 травня маса 1000 насінин найвища і становила 0,82–0,89 г. У літні строки сівби формується щупле, дуже дрібне зерно. У дослідженнях Гудковської Н. та Гопцій Т., (2018) в умовах Харківської області маса 1000 насінин була найменшою у сорту Ультра, 0,51 г, при четвертому строку висівання і рядковому способу сівби, а у сорту Студентський (0,53 г) – за умови другого строку сівби широкорядних посівів [12].

Найвища біологічна врожайність (3,78 ц/га) амаранту була на варіанті за поєднання таких елементів структури врожаю: 18 рослин/м² × 21 г насіння з рослини.

У результаті кореляційного аналізу встановлено сильний прямий вплив строків сівби на формування маси 1000 насінин, коефіцієнт кореляції становив $r = 0,75$, і прямий зв'язок середньої сили між строками

сівби і біологічною врожайністю зерна амаранту ($r = 0,58$).

Строки сівби та гідротермічні умови року впливали на рівень урожайності зерна амаранту. Найвищу господарську врожайність зерна амаранту сорту Лера у середньому за три роки одержано за умови сівби 30 квітня – 3,62 т/га (табл. 4). Високою була також урожайність у разі сівби 15 травня та 15 квітня. Якщо сіяли 30 травня, урожайність зерна зменшувалась до 2,48 т/га. За умови сівби у літні місяці формувалась дуже низька врожайність. Амарант, висіяний 15 та 30 липня, жодному року не формував насіння.

Таблиця 4

Урожайність зерна амаранту сорту Лера залежно від строків сівби, т/га.

Строки сівби	Роки			Середнє за 2021–2023рр.
	2021	2022	2023	
15 квітня	2,94	2,98	2,75	2,89
30 квітня	3,66	3,80	3,40	3,62
15 травня	3,20	3,24	3,01	3,15
30 травня	2,55	2,57	2,32	2,48
15 червня	1,57	1,60	1,33	1,50
30 червня	0,72	0,81	0,60	0,71
15 липня	-	-	-	-
30 липня	-	-	-	-
НІР _{0,5} т/га	0,15	0,18	0,20	

Результати наших досліджень узгоджуються з даними інших авторів. Так, на думку Дуда О. та Капштик М. (2021), строки сівби амаранту без втрати майбутнього врожаю можна переносити до 1 червня, а з частковою втратою майбутньої урожайності – до 15 червня [6].

Висновки

Польова схожість (76%), густина рослин (30 шт./м²) амаранту у фазі сходів, виживання рослин за вегетацію (88–90%) та густина рослин перед збиранням (26–27 шт./м²) були найвищими за умов сівби у літні місяці. Маса насіння з рослини (21 г), від якої найбільше залежав рівень урожайності, була найбільшою у разі сівби 30 квітня.

Оптимальним строком сівби амаранту сорту Лера в умовах Західного Лісостепу України є 30 квітня. Допустимі строки перебувають у діапазоні від 15 квітня до 15 травня.

Перспективи подальших досліджень полягають у з'ясуванні основних елементів технології вирощування амаранту в умовах Західного Лісостепу.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Casini, P., & Biancofiore, G. (2020) Influence of row spacing on canopy and seed production in grain amaranth (*Amaranthus cruentus* L.). *Agronomy Research*, 18 (1), 53–62, 2020.

2. Casini, P., & Biancofiore, G. (2020). Optimizing sowing time for boosting productivity and nutritional quality of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) genotypes under Mediterranean climate. *Acta Agriculturae Slovenica*, 115 (1), 183–191. <https://doi.org/10.14720/aas.2020.115.1.1228>

3. Deineha, A. (2022). *Amarant kultura XXI stolittia*. Mykolaiivska obl., smt. Veselynov: "Amarant Ukrainy" [in Ukrainian]

4. Dmitrieva, O. (2021). Study of the growth and development of *Amaranthus cruentus* L. at different dates and methods of sowing in the Chuvash Republic. *Journal of Agriculture and Environment*, 1 (17), 1–6.

5. Duda, O. (2022). *Amarant: Tekhnolohiia vyroshchuvannia, problemy i perevaly*. Superagronom.com. Retrieved from: <https://superagronom.com/blog/874-amarant-yak-viroshchuvati-chim-zbirati-ta-skilki-koshchuyte-tehnologiya> [in Ukrainian]

6. Kliuchovi elementy tekhnolohii vyroshchuvannia amaranatu. (2021). *Propozitsiia*. Retrieved from: <https://propozitsiya.com/ua/klyuchovi-elementy-tehnologiyi-vyroshchuvannya-amarantu> [in Ukrainian]

7. Fedorchuk, M., Rakhmetov, D., Kokovikhin, S., Fedorchuk, V., Filipova, I., Voitashenko, D., Rakhmetov, S., & Kovalenko, O. (2017). *Metodychni rekomendatsii z optymizatsii tekhnolohii vyroshchuvannia amaranatu v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy*. Kherson: Kolos [in Ukrainian]

8. Gudkovska, N. (2018). Vliyanie srokov poseva na dinamiku nakopleniya suhogo veshstva u rasteniyah amaranta v levoberezhnoj Lesostepi Ukrainy. *Vestnik Belorusskoy Gosudarstvennoy Selskhozaystvennoy Akademii*, 3, 72–77. [in Russian]

9. Hoptsii, T., Voronkov, M., Bobro, M., Miroshnichenko, L., Lyman-ska, S., Hudym, O., Hudkovska, N., & Duda, Yu. (2018). *Amarant: Seleksiia, henetyka ta perspektivy vyroshchuvannia*. Kharkiv: KhNAU [in Ukrainian]

10. Hudkovska, N. B. (2017). Fotosyntetychnyi potentsial roslyn amaranatu zalezno vid strokiv sivy v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Osnovni, maloposhyreni i netradytsiini vydy roslyn – vid vyvchennia do osvoinennia. Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (16 bereznia 2017 r., s. Kruty)*. (Tom 1, pp. 82–86). Kruty [in Ukrainian]

11. Hudkovska, N., & Hoptsii, T. (2016). Vplyv strokiv sivy na skhozhist nasinnia amaranatu v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1, 194–204. [in Ukrainian]

12. Hudkovska, N., & Hoptsii, T. (2018). Urozhainist zerna amaranatu zalezno vid strokiv ta sposobiv sivy v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 2, 112–124. [in Ukrainian]

13. Husiev, M., Voitashenko, D., & Kyforuk, V. (2009). Osoblyvosti rozvytku ta formuvannia nadzemnoi masy amaranatu zalezno vid stroku sivy v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 64, 104–109. [in Ukrainian]

14. Kohut, I., Mishyn, S., & Kohut, S. (2016). Vplyv strokiv sivy na umovy rostu, rozvytku ta produktyvnist roslyn amaranatu v umovakh Pivdennoho Stepu. *Ahrarnyi Visnyk Prychornomorja*, 79, 35–40. [in Ukrainian]

15. Kohut, S., & Yakovenko, T. (2006). Optymizatsiia strokiv sivy amaranatu v umovakh pivdennoho Stepu. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 43, 53–58. [in Ukrainian]

16. Lykhochvor, V. V., & Dubkovetskyi, S. V. (1993). Tekhnolohiia vyroshchuvannia amaranatu. *Informatsiinyi lystok № 057-93*. Lviv. Lvivskiy MTTsNT1 [in Ukrainian]

17. Nurse, R. E., Obeid, K., & Page, E. R. (2016). Optimal planting date, row width, and critical weed-free period for grain amaranth and quinoa grown in Ontario, Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 96 (3), 360–366. <https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0160>

18. Petrychenko, V., & Lykhochvor, V. (2019). *Plant growing. New technologies for field crops cultivation: a textbook*. Lviv: Ukrainian Technologies. <https://doi.org/10.31073/roslynnytstvo5vydannya>

19. Rotich, A., Gweyi-Onyango, J., & Korir, N. (2017). Diagonal Offset Arrangement and Spacing Architecture Effect on Growth and Yield Components of Grain Amaranth in Kenya. *Asian Research Journal of Agriculture*, 6 (1), 1–8. <https://doi.org/10.9734/arja/2017/35312>

20. Rudyshyn, V. K., Derevianskyi, V. P., Moldovan, V. H. (1995). Rist ta rozvytok roslyn amaranatu volosystoho zalezno vid stroku posivu. *Persha Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia po problemi vyroshchuvannia, pererobky i vykorystannia amaranatu na kormovi, kharchovi i inshi tsili*. (pp. 49–50). Vinnytsia [in Ukrainian]

21. Ryzhkov, O. (2021). Nasha istoriia daie nam sylu. *Zerno*, 3, 86–92. [in Ukrainian]

22. Ryzhkov, O. (2021). Chempion iz rentabelnosti. *Zerno*, 4, 116–117. [in Ukrainian]
23. Ryzhkov, O. (2022). Superfud viddiachyt za trud. *Zerno*, 3-4) 43–45. [in Ukrainian]
24. Toader, M., Ionescu, A. M., Sonea, C., & Georgescu, E. (2020). Research on the morphology, biology, productivity and yields quality of the *Amaranthus cruentus* L. in the southern part of Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48 (3), 1413–1425. <https://doi.org/10.15835/nbha48311973>
25. Tsybul'ska, S. (2019). Yak znaity svoiu nishu, abo na chomu mozhe zarobyty ukrainskyi fermer. *Propozytsiia*, 6, 30–33. [in Ukrainian]
26. Tyrus, M., & Lykhochvor, V. (2022). Yield of Amaranth (*Amaranthus*) depending on the cultivar in the conditions of Ukrainian Western Forest-Steppe. *Scientific Horizons*, 24 (10), 43–51. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(10\).2021.43-51](https://doi.org/10.48077/scihor.24(10).2021.43-51)
27. Voitashenko, D. P. (2008). Optyimizatsiia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia amarantu zernovoho napriamku v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy. *Candidate's thesis*. Khersonskiy derzhavnyi ahraryni universytet, Kherson [in Ukrainian]
28. Voitashenko, D., & Lavrenko, S. (2006). Vplyv stroku sivby na rist i rozvytok roslyn amarantu zernovoho napriamku v umovakh pivdnia Ukrainy. *Tavriiskiyi Naukovyi Visnyk*, 44, 89–93. [in Ukrainian]
29. Voropay, G. V., Molescha, N. B., Mozol, N. V., Stetsyuk, M. G., & Zosymchuk, M. D. (2020). The main technological parameters of growing highly productive fodder crops on the drained lands of the humid zone of Ukraine. *Land Reclamation and Water Management*, 2, 89–100. <https://doi.org/10.31073/mivg202002-261>
30. Jatsyk, M., Voropaj, G., & Kika, S. (2019). Justification of regimes of water regulation at growing highly productive forage crops on sewed lands. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 97 (6), 60–67. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201906-09>
31. Zadorozhna, I. (2011). *Z istorii doslidzhennia maloposhyrenykh kormovykh kultur v Ukraini*. Retrieved from: https://inb.dnsgb.com.ua/2011-3/11_zadorozhna.pdf [in Ukrainian]

ORCID

M. Tyrus  <https://orcid.org/0000-0002-9882-9540>



2023 Tyrus 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.

Current state of varietal resources of vegetable crops in Ukraine

N. Syplyva¹ | M. Kulyk² | I. Rozhko[✉] | A. Haidai¹

Article info

Correspondence Author

I. Rozhko

E-mail:

ilona.rozhko1@ukr.net

¹ Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodimtseva St., 03041, Kyiv, Ukraine

² Poltava State Agrarian University, 1/3, H. Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

Citation: Syplyva, N., Kulyk, M., Rozhko, I., & Haidai, A. (2023). Current state of varietal resources of vegetable crops in Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 77–84. doi: 10.31210/spi2023.26.04.14

Today, providing the population of Ukraine with quality food products is an important issue that needs to be addressed. Any agro-technology for growing a vegetable crop is based on a particular variety or hybrid. This assortment in vegetable growing is very diverse, so we carried out analytical research to select the right variety to grow and satisfy production requirements. This was done on the basis of a review of literary sources. We have attempted to analyse the existing assortment of vegetable crops included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine (hereinafter – the Register of Plant Varieties). The article provides a comparative analysis of the achievements of Ukrainian and foreign vegetable breeding and seed production. This will allow producers to be guided and to select new, highly productive and adapted varieties and hybrids of vegetable crops. The aim of the review was to determine the quantitative composition of vegetable varieties and hybrids suitable for distribution in Ukraine and their yields. The following methods were used in the review: dialectical cognition of processes and phenomena, monographic; empirical; comparative analysis and abstract and logical. The analysis of the quantitative composition of the updated assortment of vegetable crops revealed that the assortment of vegetable crops in the Register of Varieties has been expanded by 1103 varieties over the past five years. The highest rate of variety renewal belongs to vegetable crops from the following families: *Solanaceae*, *Cucurbitaceae*, *Brassicaceae*, with the average number of new varieties per year ranging from 26 to 53. The dominant species of the *Solanaceae* family are the edible tomato (average yield is 148.5 t/ha) and potatoes. At present, the average number of *Brassicaceae* varieties in the Register of Vegetable Varieties has been 10.3 items over the past 5 years. Most varieties of this family are represented by cabbage species: cauliflower and white cabbage (average yield 71.0 t/ha). There is a tendency to increase the number of varieties of vegetable crops from the *Cucurbitaceae* family – from 0.6 in 2019 to 23.7 in 2023. The cucumber varieties with an average yield of 127.3 to 245.0 t/ha are the most registered varieties of this family. The renewal of varietal diversity in the Register shows the dynamics of increasing the number of varieties of vegetable crops of foreign breeding, which are 4.7–6.2 times higher than varieties of Ukrainian breeding. Thus, all varieties of vegetable crops included in the Register of Plant Varieties are adapted to the growing conditions and are able to form a high level of yield under the certain soil and climatic conditions, in closed ground structures and are suitable for fresh or processed consumption.

Keywords: vegetable crops, variety, hybrid, plant variety register, adaptability, yield.

Сучасний стан сортів ресурсів овочевих культур в Україні

Н. О. Сиплива¹ | М. І. Кулик² | І. І. Рожко² | А. О. Гайдай¹

¹ Український інститут експертизи сортів рослин, м. Київ, Україна

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

На сьогодні, забезпечення населення України якісними продуктами харчування є важливим питанням, що потребує вирішення. Будь-яка агротехнологія вирощування овочевої культури використовує в своїй основі певний сорт або гібрид. Цей сортимент в овочівництві дуже різноманітний, тому, що б вірно підібрати сорт до вирощування й задовільнити вимоги виробництва ми провели аналітичні дослідження. Що здійснено на основі огляду літературних джерел. Нами була здійснена спроба проаналізувати наявний сортимент овочевих культур, що внесені до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні (надалі – Реєстру сортів рослин). В статті здійснено порівняльний аналіз напрацювань української та іноземної селекційно-наслідницької роботи овочевих культур. Що дозволить зорієнтуватися виробникам та обрати до вирощування нові, високопродуктивні й адаптовані сорти та гібриди овочевих культур. Метою проведення огляду було визначення кількісного складу сортів й гібридів овочевих культур, придатних за комплексом показників для поширення на території України та їх врожайності. За проведення огляду було використано наступні методи: діалектичного пізнання процесів і явищ, монографічний; емпіричний; порівняльного аналізу та абстрактно-логічний. В результаті аналізу кількісного складу оновленого сортименту овочевих культур визначено, що за останні п'ять років у Реєстрі сортів асортимент овочевих культур оновився 1103 сортами. Найвищий показник оновлення сортів належить овочевим культурам з родин: *Solanaceae*, *Cucurbitaceae*, *Brassicaceae*, середній показник яких становить від 26 до 53 культурварів у рік. З родини *Solanaceae* переважаючі види – помідор їстівний (середня урожайність 148,5 т/га) та картопля. Нині у Реєстрі сортів овочевих культур родини *Brassicaceae* у середньому за 5 років становить 10,3 шт. Найбільше сортів цієї родини представлені видами капусти: цвітна та білоголова (середня урожайність 71,0 т/га). Відмічена тенденція збільшення сортів овочевих культур з родини *Cucurbitaceae* – від 0,6 у 2019 році до 23,7 шт. у 2023 році. Найбільше з цієї родини зареєстровано сортів огірка посівного з середньою врожайністю від 127,3 до 245,0 т/га. За оновлення сортового різноманіття в Реєстрі простежується динаміка збільшення сортів овочевих культур іноземної селекції, що за кількістю у 4,7–6,2 рази переважають сорти української селекції. Таким чином, усі сорти овочевих культур внесені в Реєстр сортів рослин адаптовані до умов вирощування та здатні формувати високий рівень врожайності у певних ґрунтово-кліматичних умовах, в спорудах закритого ґрунту й придатні до споживання у свіжому або переробленому виді.

Ключові слова: овочеві культури, сорт, гібрид, реєстр сортів рослин, адаптивність, врожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Сиплива Н. О., Кулик М. І., Рожко І. І., Гайдай А. О. Сучасний стан сортів ресурсів овочевих культур в Україні. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 77–84.

Основною проблемою на сьогодні в галузі овочівництва є недостатні обсяги і обмежений асортимент овочів українського виробництва. На зовнішньому ринку спостерігається також суттєве зниження їх конкурентоспроможності. Так, С. Е. Амонста О. П. Красняк [1] визначили пріоритетні напрямки розвитку овочевої галузі. Вони полягають у розширенні овочівництва захищеного ґрунту з використанням інноваційних технологій. Водночас, автори стверджують, що перехід до інтенсивних агротехнологій вирощування овочевих культур, використання сучасних ресурсо- та енергозберігаючих технологій, впровадження інновацій та наукових розробок дозволить підвищити виробництво овочів в Україні.

Поряд з цим, визначено що українське овочівництво впродовж останніх років має стійку тенденцію за посівними площами й обсягами виробництва овочевої продукції. Водночас, овочева й переробна галузь акцентовані на забезпечення внутрішнього споживача [2, 3].

Україна має перевагу в агрокліматичних умовах, що дозволяє вирощувати широкий спектр овочевих культур. Даний сектор є економічно вигідним варіантом диверсифікації сільського господарства, що відіграє все більшу роль у продовольчій безпеці нашої країни [4].

Комерціалізація овочівництва значною мірою залежить від використання відповідної технології за ринково-орієнтованого виробництва продукції. За останні роки в країні відбулися значні зміни як у виробництві, так і в продуктивності деяких овочевих культур. Сьогодні науковці займаються виведенням нових сортів овочевих рослин, їх розмноженням у співпраці з спеціалістами інших профілів, які розробляють також питання агрономії, механізації, організації (логістики) та економіки овочівництва [5, 6].

Проаналізувавши тенденції галузі, статистичну інформацію можна стверджувати, що провідну роль у відновленні (або ж створенні нових) виробничих потужностей овочевої галузі відіграють початкові інвестиції в її розвиток. Беззаперечним є той факт, що колись потужні виробники овочевої продукції на сьогодні не можуть конкурувати з тими, що використовують нові перспективні технології. Рентабельність таких підприємств занадто низька. З іншого боку, виробники, які реорганізують та реконструюють виробництво, закупають енергозберігаюче новітнє обладнання й впевнено підвищують рентабельність виробництва, збільшують прибутки тощо [7]. «Концепція Державної цільової програми розвитку овочівництва та переробної галузі до 2025 року» [8] поєднує ряд заходів, з-поміж яких необхідно виокремити наступні: надання державної підтримки виробникам плодів та овочів шляхом компенсації відсотків по кредитах банків, надання підтримки у здійсненні селекційних заходів у плодоовочівництві,

застосуванню нових технологій у відкритому та закритому ґрунті.

Програма розвитку овочівництва на період до 2025 року передбачає розробку новітніх технологій виробництва овочево-баштанної продукції у відкритому і захищеному ґрунті. Вона передбачає створення нових інноваційних продуктів переробної галузі й застосування перспективних форм трансферу інновацій та реклами. Що у комплексі дозволить покращити систему логістики та маркетингу овочівництва [9].

Визначено, що застосуванням інтенсивних технологій й новітніх агроприймів можна створити найсприятливіші умови для росту і розвитку рослин. Відтак виявляти та добирати сорти для цих технологій. Це досягається за реалізації генетичного потенціалу культури [10]. Поряд з цим інновації відіграють важливу роль в розвитку АПК [11]. За наявними даними, щорічно Україна закуповує іноземного насіння на 0,5 млрд. дол. США. Більшість господарств обирають насіння овочевих, кормових і деяких технічних культур іноземної селекції [12].

Законом України «Про насіння й садивний матеріал» визначено основні засади виробництва та обігу насіння, а також порядок здійснення державного контролю за ними [13]. Насіння вводять в обіг після його сертифікації. Те насіння, яке реалізується за межі країни супроводжується міжнародними сертифікатами.

Сертифікованим насінням вважається лише те насіння, що відповідає вимогам нормативно-правових актів за сортовою чистотою, посівними якістьями, відповідності до певного сорту, зареєстрованого в Реєстрі сортів рослин України [14]. або Реєстру сортів рослин Організації економічного співробітництва й розвитку [15].

За результатами аналізу кількісного складу оновленого асортименту овочевих культур, внесених до Реєстру за останні п'ять років нами, в попередній публікації виявлено наступне. Найбільша кількість сортів овочевих культур оновлена у 2014–2015 роках. Якісний аналіз асортименту овочевих культур придатних для вирощування в Україні у 2011–2015 роках становив: *Brassicaceae* – 357 сортів та гібридів, *Solanaceae* – 711, *Cucurbitaceae* – 469, *Fabaceae* – 72, *Alliaceae* – 194, *Zea mays saccharata* – 68. А їх асортимент в Реєстрі був представлений в основному сортами і гібридами іноземної селекції [16].

Створення нових сортів неможливе без використання методів біотехнології у селекції та насінництві як традиційних, так і нішевих овочевих культур [17].

Іноземні та українські науковці вивчають цілий ряд сільськогосподарських культур (в тому числі і овочевих) харчового напрямку використання [18–20].

Поряд з цим, актуальним питанням є вивчення та впровадження малопоширених овочевих [21]. Даному

питанню присвячена значна кількість наукових праць. В яких розглядається їх біологія, підбір сортів, технологія вирощування. Отже, серед науковців зростає цікавість до малопоширених овочевих культур та використання їх продукції [22–24].

Як відмічають І. О. Севідова та Л. О. Лещенко на сучасному етапі становлення економіки України галузь овочівництва потенційно спроможна гарантувати економічну та продовольчу безпеку держави. Досягається це за постійного розвитку овочівництва із урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей рослин й соціально-економічного потенціалу країни [25].

Як відмічають Н. В. Лещук і М. М. Зрібняк у Реєстрі сорти селекційних центрів та науково-дослідних установ УААН займають 46,0 %. Їх кількість з кожним роком зменшується, про що свідчить коефіцієнт оновлення сортів. За останні роки в середньому виключається 1–3 %, а заноситься – 14 %. Водночас, 10 % з яких належить сортам і гібридам іноземної селекції. Тому питома вага виведення сортів з Реєстру та введення нових української селекції змінюється в незначних межах – від 1 до 2 % [26].

Таким чином, на даний час розвиток овочевої галузі України встановлюється і є недостатньо стабільним. Овочеву продукцію більше експортують, а ніж імпортують. Проте, за поміркованого використання свого природного потенціалу, країна спроможна забезпечити населення виробництвом овочевої продукції, що в 5–7 разів перевищує власне. Сприятливі ґрунтово-кліматичні умови дозволяють країні досягти результатів, що забезпечать конкурентоспроможність сільськогосподарської продукції експорту нашої держави, значну частину якого могла б скласти овочева продукція [27–29].

Окрім цього, впровадження у виробництво перспективних сортів і гібридів овочевих і баштанних культур інтенсивного типу, нових агротехнологій за поміркованого поєднання науки й виробничої практики дозволить розвивати овочівництво [30].

Таким чином, враховуючи участь України в

Світовій організації торгівлі та майбутнього членства у Європейському Союзі, вважаємо за необхідне: встановити державне замовлення на створення нових сортів рослин української селекції й розширити державні програми підтримки ведення насінництва. Виконання цих задач надасть можливість Україні в майбутньому налагодити міжнародну співпрацю у сфері охорони прав на сорти рослин. Що дозволить покращити стан комерційного обігу насіння, а також сформувати сортові ресурси овочевих культур відповідно до потреб сьогодення та розвитку насінництва в Україні.

Зважаючи на значну увагу до проблем формування й розвитку в Україні овочівництва, залишаються не до кінця вивченими питання комерційного обігу насіння, сортових досліджень вивчень в овочівництві та насінництва овочевих культур. Таким чином, формування сортових ресурсів овочів, відповідно до потреб сьогодення та сталий розвиток насінництва в Україні є актуальним питанням, що потребує подальшого вивчення.

Метою проведеного огляду є визначення кількісного та якісного складу сортів й гібридів овочевих культур, придатних за комплексом показників для поширення на території України.

У результаті аналізу кількісного складу овочевих культур встановлено, що оновлення Реєстру сортів за останні п'ять років нараховує 1103 культивари, які представлені українською та іноземною селекцією. Структурний аналіз родового та видового різноманіття сортименту овочевих культур придатних для вирощування в Україні у 2019–2023 роках становить: *Brassicaceae* – 113 сортів, *Solanaceae* – 313, *Cucurbitaceae* – 111, *Fabaceae* – 35, *Alliaceae* – 91, *Poaceae* – 62 культиварів [14].

Найчисельнішим сортиментом представлені види родини *Solanaceae*, серед них *Solanum lycopersicum* L., *Capsicum annuum* L., *Solanum melongena* L. та *Solanum tuberosum* L. Середній показник щорічного сортового оновлення Реєстру сортів коливається від семи до 79 сортів різних видів овочевих культур (таблиця 1 та таблиця 2).

Таблиця 1

Кількість сортів овочевих культур занесених до Реєстру сортів, 2019–2023 рр.

Рік	Родина							Всього сортів, шт
	<i>Brassicaceae</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Alliaceae</i>	<i>Poaceae</i>	Інші	
2019	26	62	13	6	22	8	73	210
2020	28	72	11	–	25	22	90	248
2021	25	74	20	12	18	11	113	273
2022	8	51	23	9	18	8	83	200
2023	26	53	44	8	8	13	38	190
Середнє, шт.	23	62	22	7	18	12	79	223

Джерело: [14].

У середньому за останні п'ять років найбільше оновлення сортів відмічено з родин *Solanaceae* (51–74 шт.), *Brassicaceae* (8–28 шт.) та *Cucurbitaceae*

(11–44 шт.), що у відсотковому складі становить відповідно: 25,4–34,9 %, 3,8–14,5 %, та 0,7–23,9 % (табл. 2).

Таблиця 2

Відсоток сортів овочевих культур занесених до Реєстру сортів, 2019–2023 рр.

Рік	Родина							Всього сортів, %
	<i>Brassicaceae</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Alliaceae</i>	<i>Poaceae</i>	Інші	
2019	14,5	34,9	0,7	3,3	1,2	4,4	41,0	100,0
2020	11,3	29,1	4,4	–	10,0	8,9	36,3	100,0
2021	9,2	27,0	7,4	4,4	6,6	4,0	41,4	100,0
2022	3,8	25,4	11,3	4,4	8,8	3,9	42,4	100,0
2023	10,7	28,6	23,9	4,4	4,4	7,3	20,7	100,0
Середнє, %	9,8	28,9	9,4	4,0	6,1	5,6	36,2	100,0

Джерело: [14].

Середнє оновлення Реєстру сортів становить від 0,7 до 42,4 % від загальної кількості сортів певного виду відповідно. Інші види родини представлені поодиноким оновленням асортименту за окремі роки дослідження – *Brassica oleracea* L. var. *rubra* DC – сорт "Тінті", *Brassica oleracea* L. convar. *botrytis* (L.) Alef. var. *cymosa* Duch. – сорт "Вікаріо", *Brassica rapa* L. var. *pekinensis* (Lour.) Kitam. – сорт "Нанна", "МАРРІО", "КІСЕКІ", та ін. [31–33].

На основі аналізу кількісного оновлення сортименту овочевих культур (рис. 1) визначено, що з-поміж видів родини *Brassicaceae* найчисельнішим сортовим різноманіттям за роки дослідження характеризується *Brassica oleracea* L. var. *alba* DC – від п'яти до 19 сортів: "Слобожаночка", "Блюзма", "Кабінет", "Тайсон", "Феліссіма" та ін., а також *Brassica oleracea* L. convar. *botrytis* (L.) Alef. var. *botrytis* L. – від трьох до дев'яти сортів: "Веноза", "АЛСТОН", "ЕЛЕКТРА", "Лавендер", "БАЙТОН" та інші [34–36].

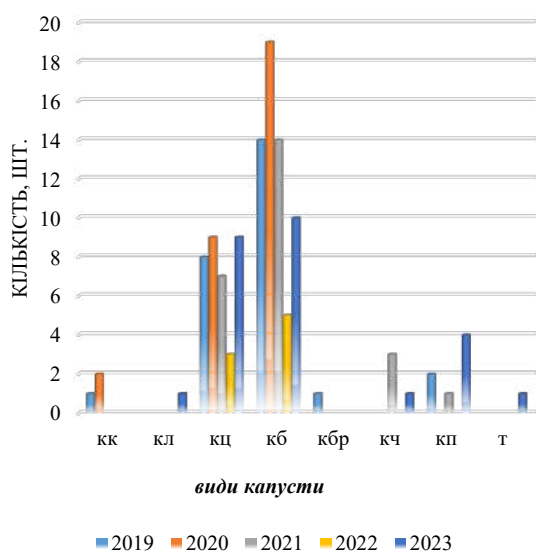


Рис. 1. Кількість сортів видів родини *Brassicaceae*, що занесені до Реєстру сортів, 2019–2023 рр.

Примітки: кк – капуста кольрабі, кл – капуста листовая, кц – капуста цвітна, кб – капуста білоголова, кбр – капуста брюссельська, кч – капуста червоноголова, кп – капуста пекінська, т – турнепс.

Родина *Poaceae* у Реєстрі сортів представлена сортами *Zea mays* L. ssp. *saccharata* Sturt. та нараховує їх оновлення в середньому за останні п'ять років від восьми до 22 сортів (рис. 2). Придатними для поширення є сорти: "Український Біколор", "ГЛАСІАЛ", "Макарон", "Розі", "ПАССІОН", "Фрагман", "МУСС" та інші.

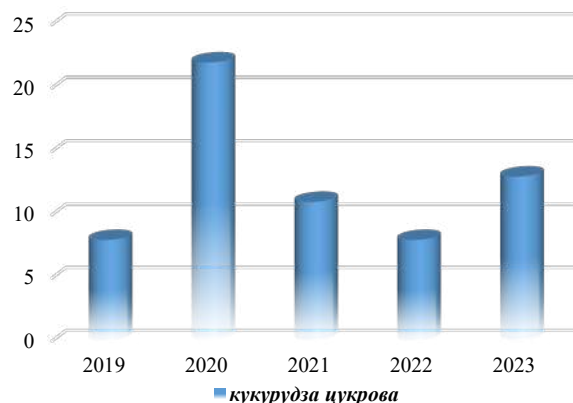


Рис. 2. Кількість сортів овочевих культур родини *Poaceae*, що занесені до Реєстру сортів, 2019–2023 рр. Джерело: [37–39].

Внаслідок проведеного аналізу сортименту видів родини *Solanaceae* визначено, що найвищим показником за чисельність сортів є *Solanum lycopersicum* L., середній показник оновлення Реєстру сортів за п'ять років становить в межах 32 сортів. Серед них сорти: "Спалах", "Покуса", "Керо", "Дейзі", "Сонцедар", "Родіон", "Презент херсонський" та інші [40].

Частка сортів помідора їстівного серед інших видів родини, що представлені у Реєстрі сортів становить 51,6 % від загальної кількості сортименту інших видів родини. Менш чисельним показником оновлення сортименту характеризується *Solanum tuberosum* L. та нараховує в середньому за роки від п'яти до 24 сортів (рис. 3). Це такі сорти як: "Фанатка", "Світана", "Ростаविця", "Роксоланівська", "Меланія", "Марфуша", "Феномен" та інші.

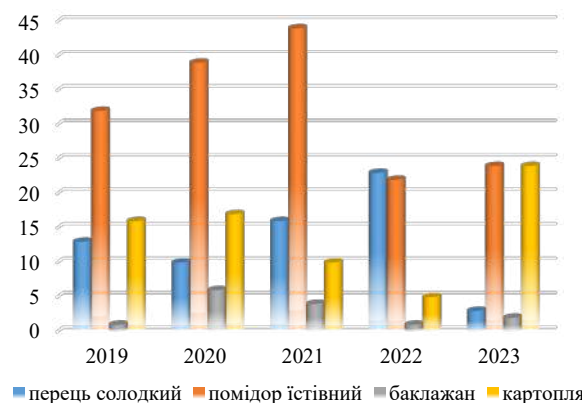


Рис. 3. Кількість сортів овочевих культур родини *Solanaceae*, що занесені до Реєстру сортів, 2019–2023 рр. Джерело: [41].

З-поміж сортового різноманіття видів родини *Cucurbitaceae*, що представлені у Реєстрі сортів, найвищим кількісним показником характеризується *Cucumis sativus* L. – від 10 до 18 сортів за роками (рис. 4). Серед них такі сорти, як "Тріумф ніжинський", "Слава", "Барс", "Боніта", "Венеція", "ДАРКО", "Ефект" та інші. Дещо менший кількісний показник сортового різноманіття розділяють між собою баштанні овочеві культури такі, як *Citrullus*

lanatus (Thunb.) Matsum. et Nakai ("Татіус", "Мет", "Мамай", "Балу", "ЄЛОВ ЛАВ" та ін.) та *Cucumis melo* L. ("Заграва", "Тадж Махал", "Мілан", "Амбаріно", "Шинарі" та ін.), середній показник оновлення сортів коливається від восьми до 10 сортів у рік. [42, 43]. Серед інших видів цієї родини, найменшою кількістю сортів представлені *Cucurbita pepo* L., *Cucurbita pepo* var. *giraumontia* Filov та *Cucurbita pepo* L. var. *melopepo* (L.) Harz.

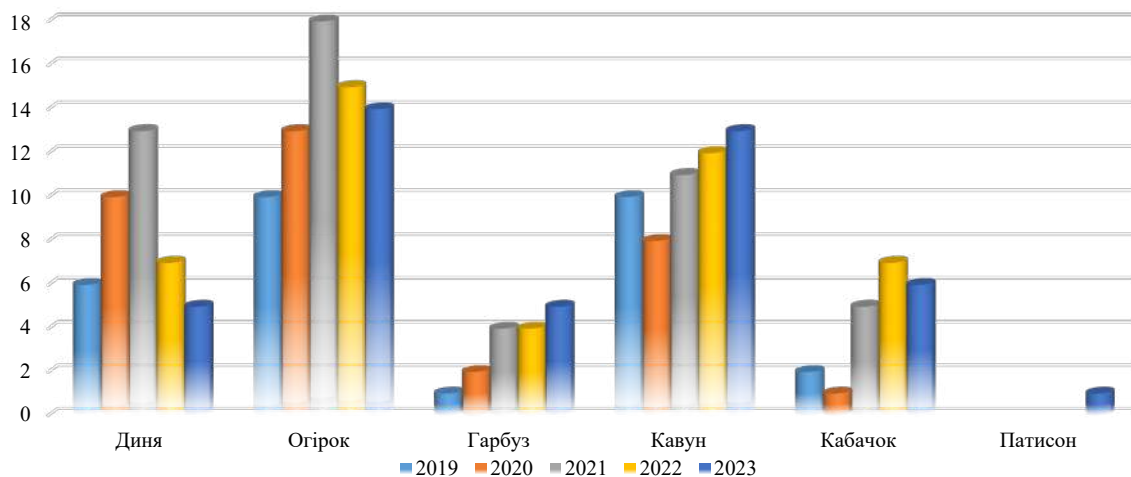


Рис. 4. Кількість сортів овочевих культур родини *Cucurbitaceae*, що занесені до Реєстру сортів, 2019–2023 рр. Джерело: [14].

Під час аналізу видів родини *Fabaceae*, визначено, що у Реєстрі сортів овочеві культури переважно представлені лише сортами *Pisum sativum* L., *Phaseolus vulgaris* L., кількість яких нараховано від

трьох до шести сортів у рік. Серед них сорти гороху такі як: "Сімко", "Медісон", "Ліптон", "Ельдорадо", "СТАРГО" та сорти квасолі: "Крома", "Зоро", "Контада", "Мессі", "Ягуар" відповідно за видами (рис. 5).

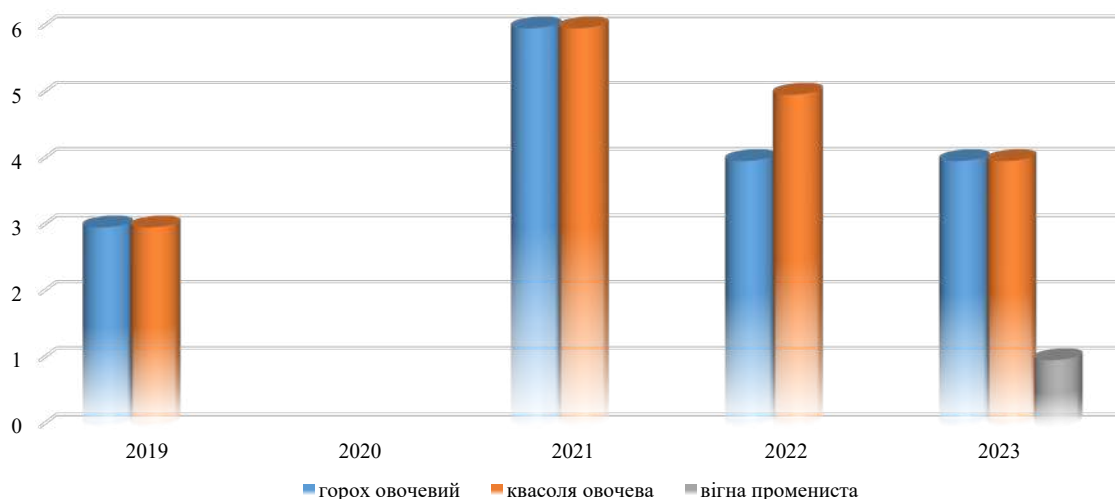


Рис. 5. Кількість сортів овочевих культур родини *Fabaceae*, що занесені до Реєстру сортів, 2019–2023 рр. Джерело: [14].

Із 2023 року розширюється асортимент видів овочевих культур родини *Fabaceae*. Серед малопоширених овочевих культур за останні роки значну увагу привертає *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek, яка займає важливе місце за вмістом білка і амінокислот. Так, до Реєстру сортів, наразі занесено лише один сорт вігни променистої "Бераш" української селекції – ТОВ «ВВІ-Агро», що звичайно обмежує товаро-

виробників у виборі різноманіття сортів для промислового виробництва культури [44].

Серед різноманіття видів родини *Alliaceae* встановлено, що у Реєстрі сортів найчисельнішим асортиментом вирізняється вид *Allium cepa* L. та нараховує в середньому його оновлення у рік 17 сортів (рис. 6). Це саме такі сорти як: "Венеція", "Белла", "Чайка", "Фундатор", "Сонома", "Надійна", "Мінді" та інші [45, 46].

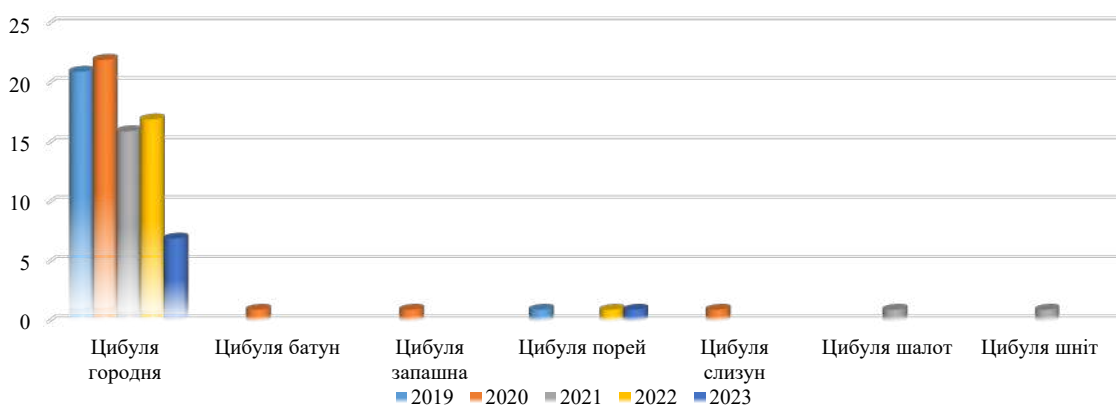


Рис. 6. Кількість сортів овочевих культур родини *Alliaceae*, що занесені до Реєстру сортів, 2019–2023 рр.
Джерело: [14].

З-поміж свого сортового різноманіття інші представники роду *Allium L.* є не чисельними та в більшості не перевищують один-два сорти кожного виду. Вид *Allium odorum L.*, представлений сортом "Вишукана", *Allium porrum L.* -сортами "Осло", "Сферос", "Данко". *Allium oschaninii O. Fedtsch.* за останні п'ять років сортимент оновився лише одним сортом "Дружок" [47].

Все різноманіття овочевих культур, сорти, яких придатні для поширення в Україні є результатом роботи селекціонерів українських та іноземних установ. Відповідно до рисунку 7 по роках оновлення сортового різноманіття простежується динаміка переважаючої більшості сортів іноземної селекції у 4,7–6,2 рази до кількості сортів вітчизняної селекції.

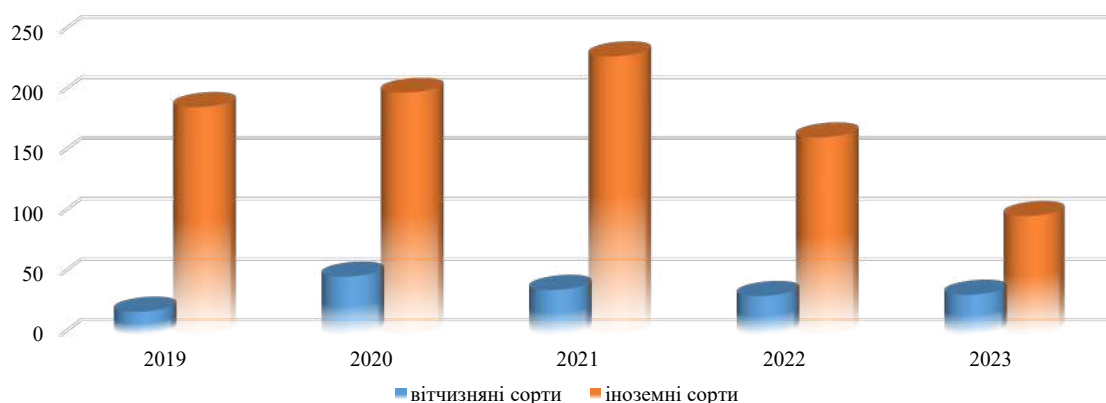


Рис. 7. Кількість сортів овочевих культур за походженням, що занесені до Реєстру сортів, 2019–2023 рр.
Джерело: [14].

Провідними українськими селекційними установами є дослідна станція «Маяк» Інституту овочівництва і баштанництва НААНУ, Дніпропетровська дослідна станція Інституту овочівництва і баштанництва НААНУ, Інститут овочівництва і баштанництва НААНУ, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція Національного наукового центру «Інститут землеробства НААНУ», Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України та ряд інших.

Основними конкурентами на вітчизняному насінневому ринку овочевих культур є іноземні компанії такі, як RIJK ZWAAN Zaadteelt en Zaadhandel B. V., Bejo Zaden B. V., Enza Zaden Beheer B. V., Hazera Seeds B. V., Monsanto Holland B. V., Monsanto Vegetable IP Management B. V., Den Hartig B. V., AGRICO B. V., Gebroeders Bakker Zaadteelt en Zaadhandel B. V., Ikasido Global Group B. V. тощо.

Природним ареалом зростання більшості видів овочевих культур представлених у Реєстрі сортів є різні країни світу, але всі іноземні сорти адаптовані та можуть культивуватися, на ряду із українськими сортами, у різних кліматичних зонах нашої країни, переважно в Лісостеповій зоні, зоні Полісся, а також в умовах захищеного ґрунту.

Окрім високих адаптивних властивостей, сорт рослин повинен забезпечити агропромислових виробників стабільними й високими врожайми товарної продукції. Аналізуючи продуктивність нових сортів овочевих культур встановлено, що урожайність сортів *Solanum lycopersicum L.*, що зареєстровані у 2023 році, коливається в межах від 65,3 до 450,0 т/га. Середня урожайність таких сортів становить 148,5 т/га. Найвищу урожайність мають переважно сорти іноземної селекції, серед них: "ХМ5900", "Масумі", "Геліказ", "Хібачі", "Бандерас", "Хакімару".

Між видами родини Капустяних, чисельну кількість сортів нараховує капуста білоголова,

середня урожайність яких становить 71,0 т/га. 3-поміж урожайних сортів виокремлено: "Кората", "Тайсон", "Ельза", "Слеш болл", "Блюзма", показник урожайності яких коливається в межах від 65,0 до 150,0 т/га [48, 49].

За результатами аналізу видів родини Гарбузових чисельну кількість сортів нараховують *Cucumis sativus* L., *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai, *Cucumis melo* L. Відповідно кількісного складу, найбільш урожайні сорти огірка посівного зареєстрованих у 2023 році є "Ельвінара", "Ніндзя", "Спайк", "Дієз", урожайність яких становить 127,3–245,0 т/га. Асортимент кавуна звичайного у Реєстрі сортів представлений наступними високо-урожайними сортами: "Балу", "Банір", "Аміна", "СВ3807ВТ", "Жако", урожайність яких змінюється в межах від 85,0 до 150,0 т/га. Середня урожайність всіх сортів овочевих культур цієї родини, що оновили Реєстр сортів у 2023 році становить 79,6 т/га. Серед сортів дині звичайної за врожайністю можна виокремити наступні: "Мегарин" – 55,0 т/га, "Кубус" – 52,0 т/га, "Трібека" – 48,0 т/га [50, 51].

Серед сортів *Zea mays* L. ssp. *saccharata* Sturt. найвищу урожайність мають сорти: "Брейвхерт" – 28,0 т/га, "Макарон", "Мусс" на рівні 28,85 т/га, "Фрагман" – 25,9 т/га, "Щербет" – 25,48 т/га. В цілому усереднена урожайність кукурудзи цукрової становить 22,0 т/га [52, 53].

Родина Цибулевих представлена у Реєстрі сортів переважно сортами цибулі городньої. 3-поміж найбільш врожайних сортів виокремлено: "Болбул", "Алманзоро", "Саратога", урожайність яких варіює в межах 90,0–120,0 т/га [54].

Висновки

Метою проведеного огляду було визначення кількісного та якісного складу сортів й гібридів овочевих культур, придатних за комплексом показників для поширення на території України.

Отже, згідно представленого огляду встановлено, що:

- за останні п'ять років у Реєстрі сортів сортимент овочевих культур оновився 1103 сортами;
- найбільшу кількість сортів овочевих культур було занесено до Реєстру сортів у 2020–2021 роках;
- щорічне оновлення Реєстру сортів здійснюється переважною більшістю сортів іноземної селекції, кількість яких у 4,7–6,2 рази перевищує сорти вітчизняної селекції;
- найвищий показник оновлення сортименту овочевих культур отримали види з родин: *Solanaceae*, *Cucurbitaceae*, *Brassicaceae*, середній показник яких становить від 26 до 53 культиварів у рік;
- серед родини Пасльонових найбільшою кількістю сортів оновився асортимент помідора їстівного (161 шт.) й картоплі – 72 шт.;
- родина Гарбузових у Реєстрі сортів представлена переважно сортами огірка посівного, кількість яких становить 70, меншою кількістю сортів представлені кавун звичайний та диня звичайна – 54 та 41 відповідно;

- проаналізувавши продуктивність овочевих культур, що оновили Реєстр сортів найчисельнішою їх кількістю встановлено, що середня урожайність сортів *Solanum lycopersicum* L. становить 148,5 т/га, капусти білоголової – 71,0 т/га, огірка посівного змінюється у межах від 85,0 до 150,0 т/га, найвища урожайність сортів кукурудзи цукрової становить 22,0–28,9 т/га.

Таким чином, нові сорти овочевих культур, що внесені в Реєстр сортів рослин формують високу врожайність товарної продукції, вони є адаптовані та придатні для вирощування у різних кліматичних зонах нашої країни, переважно в Лісостеповій зоні й на Поліссі, а також в умовах захищеного ґрунту. Всі сорти рекомендовані до широкого використання та споживання як у свіжому вигляді так і для переробки у харчовій промисловості.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Amons, S., & Krasnyak, O. (2021). Vegetable production in Ukraine: condition, problems and prospects for development of the industry. *Agriculture and Forestry*, 1, 97–116. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-1-8>
2. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy. Retrieved from: <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian]
3. Vyshnevska, O. M., & Lesik, I. M. (2017). *Infrastrukturne zabezpechennia formuvannia i funktsionuvannia rynku produktsii ovochivnytstva: monohrafiia*. Mykolaiv: FOP Shvets V. M. [in Ukrainian]
4. Bozhko, L. Yu. (2010). *Klimat i produktyvni ovochevykh kultur v Ukraini: monohrafiia*. Odesa: "Ekolohiia" [in Ukrainian]
5. Korniienko, S. I., & Rud, V. P. (2015). Osnovni polozhennia haluzevoi kompleksnoi prohramy «OVOChI UKRAINY – 2020» *Ovochivnytstvo i Bshchivnytstvo*, 61, 17–33. [in Ukrainian]
6. Blyzkyi, R. S. (2011). Teoretychni ta praktychni zasady formuvannia rynku ovochiv v Ukraini. *Ekonomichna Stratehiia i Perspektyvy Rozvytku Sfery Torhivli ta Posluh*, 1, 332–340. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/esprstp_2011_1_50 [in Ukrainian]
7. fon Kramona-Taubentalia, S. (Red.). (2004). *Silske hospodarstvo Ukrainy: kryza ta vidnovlennia*. Kyiv: KNEU [in Ukrainian]
8. Kontseptsiia Derzhavnoi tsilovoi prohramy rozvytku ovochivnytstva na period do 2025 roku. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/index> [in Ukrainian]
9. Haluzeva prohrama rozvytku ovochivnytstva Ukrainy na period do 2025 roku. Retrieved from: <http://www.minagro.kiev.ua> [in Ukrainian]
10. Hirko, B. C., & Hirko, O. V. (2006). Ahroekolohichni pryntsyipy formuvannia intensyvnykh ahrotsenziv silskohospodarskykh kultur u riznykh klimatychnykh zonakh Ukrainy. *Sortovyvchennia ta Okhorona Prav na Sorty Roslyn*, 3, 55–63. [in Ukrainian].
11. Zubets, M. V., & Tyvonchuk, S. O. (2006). *Naukovi osnovy rozvytku ahropromysloвого vyrobnytstva na innovatsiynnykh zasadakh (teoriia, metodolohiia, praktyka)*. Kyiv: Aharna nauka [in Ukrainian]
12. Zakharchuk, O., Tkachyk, S., & Zavalniuk, O. (2020). Formation of varietal plant resources and their role for the seed production development. *Ekonomika APK*, 309 (7), 39–53. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202007039>
13. *Pro vnesennia zmin do Zakonu Ukrainy «Pro nasinnia i sadyvnyi material»*: Zakon Ukrainy vid 2 zhovtnia 2012 r. № 5397-VI. Verkhovna Rada Ukrainy. Retrieved from: <https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/5397-17> [in Ukrainian]

14. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini u 2023 rotsi. Ministerstvo aharnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy. Retrieved from: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reiestr-sortiv-roslyn> [in Ukrainian]
15. *Postanova vid 8 veresnia 2023 r. № 964 «Pro zatverdzhennia Poriadku vvezennia na terytorii Ukrainy nasinnia i sadynnoho materialu sortu, ne zanesenoho do Reiestru sortiv roslyn Ukrainy, ale zanesenoho do Pereliku sortiv roslyn Orhanizatsii ekonomichnoho spivrobitnytstva ta rozvytku, tykh silskohospodarskykh roslyn, do skhem sortovoi sertyfikatsii yakykh pryednalasia Ukraina, dlia tsilei rozmnozhennia ta podalshoho vyvezennia za mezhi Ukrainy ta vyznannia takoiu, shcho vtratyta chynnist, postanovy Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 26 zhovntia 2016 r. № 762».* Verkhovna Rada Ukrainy. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/964-2023-%D0%BF#Text> [in Ukrainian]
16. Syplyva, N. O., Kulyk, M. I., & Hnenna, M. O. (2015). Suchasnyi stan sortymentu plodovykh ta ovochevykh kultur v Ukraini. *Visnyk Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 2, 66–69. [in Ukrainian]
17. Ivchenko, T. V., Miroshnichenko, T. M., & Mozghovska, H. V. (2022). *Naukove obhruntuvannia efektyvnosti metodiv biotekhnologii u selektsii ta nasynnytsvi ovochevykh kultur: monohrafiia.* Kyiv: Aharna nauka [in Ukrainian]
18. Vaughan, J. G., & Geissler, C. A. (2009) *The new oxford book of food plants.* New York: Oxford University Press. Retrieved from: <https://journeytoforever.org/bfpics/Oxford-FoodPlants.pdf>
19. Vdovenko, S. A., & Palamarchuk, I. I. (2021). *Innovatsii v tekhnologii vyroshchuvannia ovochevykh roslyn rodyny Harbuzovi u vidkrytomu grunti: monohrafiia.* Vinnytsia: tvory [in Ukrainian]
20. Vitanova O. D. (2022). *Cuchasni systemy vyrobnytstva ovochiv: monohrafiia.* Vinnytsia: tvory. [in Ukrainian]
21. Kulyk, M. I. (2010). Maloposhyreni ovochevi kultury. *Khimiia. Ahronomiia Servis*, 8, 64–67. [in Ukrainian]
22. Ulianych, O. I., Vdovenko, S. A., Kovtuniuk, Z. I., Ketskalov, V. V., Slobodianiuk, H. Ya., Vorobiova, N. V., Soroka, L. V., & Kravchenko, V. S. (2018). *Biologichni osoblyvosti i vyroshchuvannia maloposhyrennykh ovochiv: navchalnyi posibnykn.* Uman: Vydavnychopolihrafichnyi tsentr «Vizavi» [in Ukrainian]
23. Kostenko, N. P. (2012). Biologichni osoblyvosti ta ahrotekhnika vyroshchuvannia vydiv roslyn anisu zvychainoho, kmynu zvychainoho, koriandru posivnoho, fenkheliu zvychainoho, kropu zapashnoho. *Sortovyvchennia ta Okhorona Prav na Sorty Roslyn*, 1, 40–43. [in Ukrainian]
24. Yarovi, H. I., Kuzomenskyi, O. V., & Pluzhnikova, L. Ie. (2005) *Ponovlennia sortovoho riznomanittia ovochevykh i bashtannykh roslyn. Ovochivnytstvo i bashtannytstvo: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk*, 50, 422–430. [in Ukrainian]
25. Sievidova, I. O., & Leshchenko, L. O. (2017). Stan, problemy ta perspektyvy rozvytku ovochivnytstva v Ukraini. *Investysii: Praktyka ta Dosvid*, 12, 28–33. [in Ukrainian]
26. Leshchuk, N. V., & Zribniak, M. M. (2005). Derzhavna reiestratsiia sortiv ovochevykh kultur - osnova formuvannia natsionalnykh sortovykh resursiv. *Sortovyvchennia ta Okhorona Prav na Sorty Roslyn*, 2, 86–96. [in Ukrainian]
27. Boiko, L. (2020). Modern tendencies in the development of vegetable industry under conditions of Ukraine's euro-integration. *Agrosvit*, 6, 69. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2020.6.69>
28. Kaletnik, H. M., & Pryshliak, N. V. (2016). Efektyvnist derzhavnoi pidtrymky yak osnova staloho rozvytku silskoho hospodarstva. *Ekonomika. Finansy. Menedzhment: Aktualni Pytannia Nauky i Praktyky*, 5 (9), 7–23. [in Ukrainian]
29. Mohylina, O. M., Muraviov, O. V., Rud, V. P., Vitanov, O. D., Kuts, O. V., Terokhina, L. A., Uriupina, L. M., Stovbir, O. P., Muraviova, O. V., Sydora, V. V., Dukhin, Ye. O., Datsenko, S. M., Shcherbina, S. O., Kuzmenko, V. I., & Zelendin, Yu. D. (2017). *Metodolohichni aspekty ekolohe-ekonomichnoho rozvytku orhanichnoho ovochivnytstva v Ukraini. Instytutsiine zabezpechennia: monohrafiia.* TOV «VP «Pleidada» [in Ukrainian]
30. Mohylina, O., Rud, V., Terokhina, L., Ilyinova, Y., Stovbir, O., Leus, L., & Sidora, V. (2022). Modern problems of seed production of vegetable crops and ways of their solution. *Vegetable and Melon Growing*, 71, 76–85. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2022-71-76-85>
31. Okhorona prav na sorty roslyn: (2022). *Biuletyn*, 4. (p. 107). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2022/2022.4.pdf> [in Ukrainian]
32. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 4. (p. 50). Retrieved from: https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/B_4_2023.pdf [in Ukrainian]
33. Okhorona prav na sorty roslyn: (2022). *Biuletyn*, 1/2. (p. 413). [in Ukrainian]
34. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 11. (p. 263). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.11.pdf> [in Ukrainian]
35. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 10. (p. 225). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.10.pdf> [in Ukrainian]
36. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 3. (p. 102). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.3.pdf> [in Ukrainian]
37. Okhorona prav na sorty roslyn: (2022). *Biuletyn*, 1. (p. 504). [in Ukrainian]
38. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 10. (p. 239). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.10.pdf> [in Ukrainian]
39. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 1/2. (p. 418). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.1-2.pdf> [in Ukrainian]
40. Okhorona prav na sorty roslyn: (2022). *Biuletyn*, 6. (p. 774). [in Ukrainian]
41. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 11. (p. 252). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.11.pdf> [in Ukrainian]
42. Okhorona prav na sorty roslyn: (2022). *Biuletyn*, 6. (p. 737). Retrieved from: https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2022/B_6_2022.pdf [in Ukrainian]
43. Okhorona prav na sorty roslyn: (2022). *Biuletyn*, 3. (p. 103). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2022/2022.3.pdf> [in Ukrainian]
44. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 10. (p. 203). [in Ukrainian]
45. Okhorona prav na sorty roslyn: (2020). *Biuletyn*, 4. (p. 105). [in Ukrainian]
46. Okhorona prav na sorty roslyn: (2020). *Biuletyn*, 6. (p. 664). [in Ukrainian]
47. Okhorona prav na sorty roslyn: (2021). *Biuletyn*, 1. (p. 789). [in Ukrainian]
48. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 10. (p. 226). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.10.pdf> [in Ukrainian]
49. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 9. (p. 140). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.9.pdf> [in Ukrainian]
50. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 10. (pp. 210–211, 237). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.10.pdf> [in Ukrainian]
51. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 1/2. (pp. 395, 396). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.1-2.pdf> [in Ukrainian]
52. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 1/2. (p. 415). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.1-2.pdf> [in Ukrainian]
53. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 10. (p. 235). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.10.pdf> [in Ukrainian]
54. Okhorona prav na sorty roslyn: (2023). *Biuletyn*, 10. (pp. 255–256, 258). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/buletyn/2023/2023.10.pdf> [in Ukrainian]

ORCID

- N. Syplyva  <https://orcid.org/0000-0003-0921-6361>
- M. Kulyk  <https://orcid.org/0000-0003-0394-5846>
- I. Rozhko  <https://orcid.org/0000-0002-0646-4004>
- A. Haidai  <https://orcid.org/0000-0001-7942-599X>



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

Analysis of the technological air pollution of Poltava city

A. Taranenko✉ | V. Lypivska | G. Matykhno

Article info

Correspondence Author

A. Taranenko

E-mail:

anna.taranenko@pdaa.edu.ua

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str., Poltava,

36003, Ukraine

Citation: Taranenko, A., Lypivska, V., & Matykhno, G. (2023). Analysis of the technological air pollution of Poltava city. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 85–90. doi: 10.31210/spi2023.26.04.15

Anthropogenic air pollution is one of the biggest problems of our time. The state of the atmosphere is closely linked to climate change and human activities. Climate change and the effects of global warming are seriously affecting natural ecosystems, and air pollution can have negative effects on human health. Air pollution has the greatest impact on people in large cities, making urban air quality the leading environmental cause of morbidity and mortality worldwide. Therefore, air quality, especially in cities, is one of the most important prerequisites for a full life of the population and the preservation of a healthy environment for future generations. The purpose of the study was to carry out an analysis of man-made pollution of the atmospheric air and an analysis of the concentration of pollutants in the atmospheric air of the city of Poltava. The results of the analysis of the volume of pollutant emissions into the atmosphere in the Poltava agglomeration showed a positive trend towards a decrease in emissions into the atmosphere from 2016 to 2020. The statistical data on the volume of pollutant emissions from stationary sources show a general trend towards a decrease in the volume of pollutant emissions from 1.208823 thousand tonnes to 0.855055 thousand tonnes, and thus a decrease in the anthropogenic burden on the atmospheric air. This is due to the fact that the number of stationary emission sources in the Poltava region has decreased to 494 enterprises. The largest polluter of the atmosphere is the Poltava GZK, which accounts for 21 % of the regional emissions into the atmosphere. The increase in the number of motor vehicles from 2016 to 2020 also indicates an increase in the load of polluting substances into the atmospheric air. The analysis of atmospheric emissions showed that the main pollutants in the city are: solid particles, carbon monoxide, nitrogen compounds, dioxide and other sulphur compounds, metals and their compounds. The study of the concentrations of the main pollutants shows that the concentration of carbon dioxide was the highest among the concentrations of all the pollutants. Therefore, from 2019 to 2022, a negative trend was observed in the increase of carbon dioxide concentration in the city of Poltava, which indicates the presence of risks related to climate change.

Keywords: atmospheric air pollution, technogenic load, city, emissions of pollutants.

Аналіз техногенного навантаження на атмосферне повітря м. Полтави

А. О. Тараненко | В. О. Липівська | Г. І. Матухно

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Антропогенне забруднення повітря є однією з найбільших проблем сьогодення. Стан атмосфери тісно пов'язаний зі зміною клімату та життєдіяльністю людини. Зміни клімату та наслідки глобального потепління суттєво впливають на природні екосистеми, а забруднення повітря може мати негативні наслідки для здоров'я людини. Найбільший вплив забруднене повітря здійснює на людину у великих містах, тому стан атмосферного повітря у містах є основною екологічною причиною захворюваності та смертності в усьому світі. Отже, якість атмосферного повітря, особливо у містах, є однією з найважливіших умов повноцінної життєдіяльності населення та збереження здорового довкілля для майбутніх поколінь. Метою дослідження стало проаналізувати техногенне навантаження на атмосферне повітря та дослідити концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі м. Полтави. Результати аналізу обсягу викидів таких речовин до атмосферного повітря в агломерації «Полтава» показали позитивну тенденцію до зменшення викидів з 2016 року по 2020 рік. Статистичні дані обсягу викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел відображають загальну тенденцію до скорочення обсягів викидів таких речовин з 1,208823 тис. т до 0,855055 тис. т, а отже, і зменшення антропогенного навантаження на атмосферне повітря, що пов'язано зі зменшенням кількості стаціонарних джерел викидів у межах Полтавської області до 494 підприємств. Найбільшим забруднювачем атмосфери є Полтавський ГЗК, що має частку у 21 % від обласних викидів до атмосферного повітря. Збільшення кількості автотранспортних засобів 2016 по 2020 рр. свідчить і про збільшення навантаження забруднювальних речовин на атмосферне повітря. Аналіз викидів до атмосферного повітря показав, що основними забруднювальними речовинами в межах міста є: тверді частинки, оксид вуглецю, сполуки азоту, діоксид та інші сполуки сірки, метали та їх сполуки. Дослідження концентрацій основних забруднюючих речовин свідчить, що концентрація діоксиду вуглецю була найвищою серед концентрацій усіх забруднюючих речовин. Отже, з 2019 по 2022 рік спостерігалася негативна тенденція щодо збільшення концентрації діоксиду вуглецю в межах міста Полтави, що свідчить про наявність ризиків пов'язаних зі зміною клімату.

Ключові слова: забруднення атмосферного повітря, техногенне навантаження, місто, викиди забруднювальних речовин

Бібліографічний опис для цитування: Тараненко А. О., Липівська В. О., Матухно Г. І. Аналіз техногенного навантаження на атмосферне повітря м. Полтави. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 85–90.

Вступ

Діяльність людини негативно впливає на довкілля, забруднюючи воду, яку ми п'ємо, повітря, яким ми дихаємо, і ґрунт, у якому ростуть рослини [1,2]. Хоча промислова революція мала великий успіх з точки зору технологій, суспільства та забезпечення численних послуг, вона також вплинула на виробництво величезної кількості шкідливих речовин, що викидаються в повітря [3]. Без сумніву, глобальна екологія забруднення вважається міжнародною проблемою охорони здоров'я [4-7]. Соціальні, економічні та законодавчі питання і звички способу життя пов'язані з цією важливою проблемою. Очевидно, що сьогодні урбанізація та індустріалізація сягають вражаючих масштабів у всьому світі. Антропогенне забруднення повітря є однією з найбільш небезпек для здоров'я населення, зважаючи, що з ним пов'язано близько 9 мільйонів смертей на рік [8].

Безсумнівно, все вищезазначене тісно пов'язане зі зміною клімату [9,10], і в разі небезпеки наслідки можуть бути тяжкими для людства. Зміни клімату та наслідки глобального планетарного потепління серйозно впливають на численні екосистеми [10]. Забруднення повітря має різні наслідки для здоров'я. Вразливі та чутливі люди можуть постраждати навіть у разі найменшого забруднення повітря. Короткочасний вплив забруднювачів повітря тісно пов'язаний із захворюваннями органів дихання, респіраторними хворобами. Постійне дихання забрудненим повітрям може спричинити негативні довготривалі наслідки для людини, а саме такі як: хронічна астма, легенева недостатність, серцево-судинні захворювання. Дрібні та наддрібні тверді частинки пов'язані з більш серйозними захворюваннями, оскільки вони можуть проникати в найглибші частини дихальних шляхів і легше досягати кровотоку [11, 12]. А зміни клімату та глобальне потепління, пов'язані із забрудненням повітря парниковими газами, ще більше підсилюють негативний вплив на екосистеми та здоров'я людини.

Найбільший негативно забруднене повітря впливає на людей, які живуть у великих містах, що також пов'язане і з викидами автотранспорту [13, 14]. Саме стан атмосферного повітря у містах є основною екологічною причиною захворюваності та смертності в усьому світі. За оцінками [8], тривалий вплив твердих часток (PM) з діаметром менше або рівним 2,5 мкм (PM_{2,5}) спричинив від 4 до 9 мільйонів передчасних смертей у світі. Тверді частинки PM_{2,5} стоять на п'ятому місці за рейтингом факторів ризику глобальної смертності. Рівень забруднення повітря у європейських містах є нижчим від вимог ВООЗ щодо якості повітря. А втім, дослідження показали зв'язок між забрудненням повітря та смертністю при концентраціях, які є нижчими за ці рекомендації, без доказів безпечного порогу впливу [11]. Більшість оцінок впливу забруднення повітря на здоров'я розраховано на глобальному рівні. Відповідно до досліджень [8,11,15], понад 400 000 смертей (що дорівнює 7 % річної смертності) в Європі були пов'язані з впливом PM_{2,5}, а понад 70 000 смертей (що дорівнює 1 % річної смертності) були пов'язані з впливом NO₂. Крім того,

міста часто є 'гарячими' точками забруднення повітря внаслідок значного внеску автотранспорту до загального обсягу викидів в атмосферне повітря. В Європі внесок транспорту в міські концентрації PM_{2,5} оцінюється в середньому в 14 % від загальної міської концентрації PM_{2,5}, досягаючи 39 % для окремих міст, і в концентрації NO₂ 47 %, досягаючи 70 % для окремих міст. Отже, існує потреба у місцевих оцінках та термінових діях щодо зменшення несприятливих наслідків для здоров'я, пов'язаних із забрудненням повітря, а міста можуть представляти відповідну одиницю для аналізу. У містах проживає близько 72 % населення, і вони пропонують гарну можливість для зміни політики управління викидами завдяки прямій місцевій підзвітності, кращій оперативності порівняно із державним та національним рівнями [16, 17]. Тому якість атмосферного повітря особливо у містах є однією з найважливіших умов повноцінної життєдіяльності населення та збереження здорового довкілля для майбутніх поколінь.

Мета дослідження

Метою дослідження було здійснити аналіз техногенного навантаження на атмосферне повітря та аналіз концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі м. Полтави.

Завданнями дослідження: охарактеризувати структуру викидів забруднювальних речовин в атмосферному повітрі м. Полтави; проаналізувати динаміку викидів таких речовин основними джерелами забруднення: промисловістю та автомобільним транспортом; стан забруднення повітря в м. Полтаві та оцінити ризики, пов'язані з цим наслідки для здоров'я людини.

Матеріали і методи

Під час виконання дослідження були використані методи оцінювання інвентаризації викидів, прогнозів, наукових досліджень. Для проведення оцінювання стану забруднення атмосферного повітря агломерації Полтава було використано статистичні дані з таких джерел інформації:

- статистичні дані Головного управління статистики в Полтавській області щодо кількості суб'єктів господарювання, що здійснюють викиди забруднювальних речовин у атмосферне повітря стаціонарними джерелами та валових обсягів викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами [18];

- звіти щодо інвентаризації викидів забруднювальних речовин до атмосферного повітря стаціонарними джерелами суб'єктів господарювання щодо характеристик стаціонарних джерел викидів забруднювальних речовин та валових обсягів викидів таких речовин суб'єктами господарювання;

- статистичні дані Департаменту екології та природних ресурсів Полтавської обласної державної адміністрації [19];

- статистичні дані лабораторії спостережень за забрудненням атмосферного повітря м. Полтави

Полтавського обласного центру з гідрометеорології Державної служби України з надзвичайних ситуацій щодо концентрацій забруднювальних речовин у атмосферному повітрі в постах спостережень.

Результати та їх обговорення

Результати аналізу обсягу викидів забруднювальних речовин до атмосферного повітря в агломерації «Полтава» показують тенденцію до зменшення викидів в атмосферне повітря з 2016 року по 2020 рік (рис. 1).

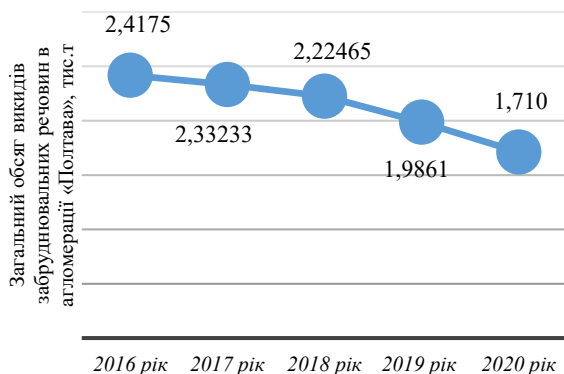


Рис. 1. Динаміка загального обсягу викидів забруднювальних речовин в агломерації «Полтава» (тис. т), 2016–2020 рр.

Так, найвищий рівень викидів був 2016 року – 2,4175 тис. т; 2017 року рівень знизився до 2,33233 тис. т; 2018 року кількість викидів також знизилася до 2,22465 тис. т, але все ж таки залишається у зоні ризику; 2019 року кількість викидів становила 1,9861 тис. т; 2020 – обсяг викидів був найменшим та становив 1,710 тис. т.

Аналіз статистичних даних обсягу викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел (рис. 2) свідчить про загальну тенденцію до скорочення викидів. 2016 року спостерігали найвищу кількість викидів – 1,208823 тис. т; 2017 року обсяг викидів знизився до 1,166217 тис. т; 2018 – до 1,112332 тис. т, але все ж вважається переважно високим; 2019 року динаміка викидів знизилась до 0,992979 тис. т; у 2020 кількість викидів була найнижчою та становила 0,855055 тис. т, що вказує на спад та відхід від групи ризику.

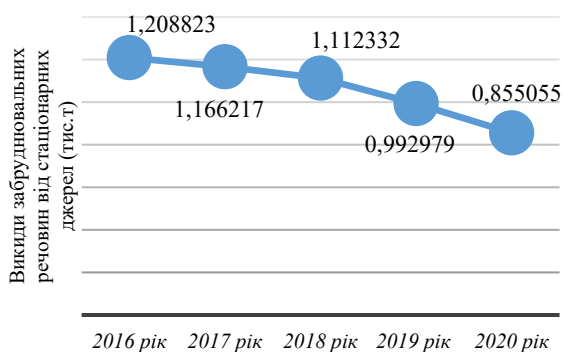


Рис. 2. Динаміка викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел (тис. т), 2016–2020 рр.

Кількість стаціонарних джерел викидів у межах Полтавської області була не постійною та в межах 494–623 підприємства. З 2016 року спостерігалась тенденція до зменшення кількості підприємств, що здійснюють викиди до атмосферного повітря.

Так, 2016 року їх нараховували 540; 2017 року – 641; 2018 року – 614; 2019 року – 623, 2020 року – 576, 2021 року – 525. Станом на 2022 рік налічували 497 підприємств, що здійснюють викиди забруднювальних речовин до атмосферного повітря. Аналіз обсягу викидів таких речовин за видами економічної діяльності Полтавської області свідчить, що найбільше навантаження на атмосферне повітря має добувна промисловість і розроблення кар'єрів – 13,7 тис. т забруднювальних речовин; переробна промисловість – 2,8 тис. т таких речовин; постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря – 0,4 тис. т забруднювальних речовин; водопостачання – 0,1 тис. т забруднювальних речовин. Найбільшим забруднювачем атмосфери є Полтавський ГЗК – 21 % обласних викидів (рис. 3).

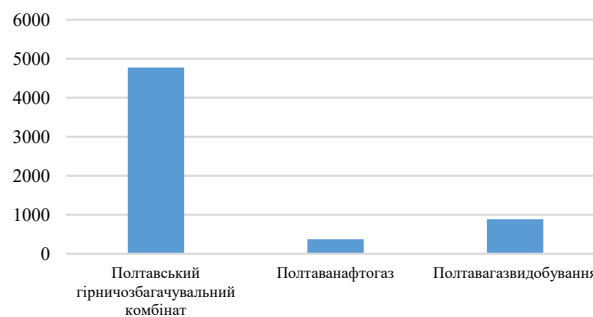


Рис. 3. Забруднення атмосферного повітря агломерації «Полтава» за підприємствами (тис. т)

Значний внесок до забруднення атмосферного повітря (особливо в містах) мають транспортні засоби. Кількість зареєстрованих транспортних засобів з 2016 року по 2020 рік становила 18 154 одиниць (рис. 4).

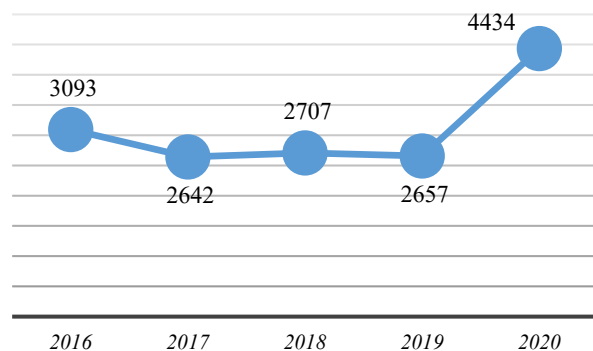


Рис. 4. Кількість зареєстрованих транспортних засобів, од.

Кількість зареєстрованих транспортних засобів, які належать юридичним особам мала тенденцію до збільшення з 2016 по 2020 рік. 2016 року вона склала 351 одиницю; 2017 – 502 одиниці; 2018 – 550 одиниць; 2019 – 572 одиниці; 2020 – 646 одиниць. Кількість зареєстрованих транспортних засобів, яка належить

фізичним особам також збільшилася з 2016 року по 2020 рік. 2016 року їх кількість була 3093 одиниці; 2017 – 2642 одиниці, на 2018 рік вона трохи підвищилася – 2707 одиниць, 2019 року вона знову знизилася до 2657 одиниць, а 2020 року кількість становила 4434 одиниці. Збільшення кількості автотранспортних засобів з 2016 по 2020 рр. свідчить про збільшення навантаження забруднювальними речовинами до атмосферного повітря.

Аналіз викидів до атмосферного повітря забруднювальними речовинами свідчить про те, що основними такими речовинами в межах міста є: тверді частинки, оксид вуглецю, сполуки азоту, діоксид та інші сполуки сірки, метали та їх сполуки (рис. 5).

За досліджуваний період з поміж зазначених забруднювальних речовин найбільшу кількість було викинуто сполук азоту. Але спостерігали позитивну динаміку до зменшення кількості викидів сполук азоту з 2016 по 2020 рік. 2016 року загальні викиди суспендованих твердих частинок та оксиду вуглецю були майже однакові 0,237543 тис. т та 0,23593 тис. т відповідно, але починаючи з 2018 року кількість викидів твердих речовин має тенденцію до зменшення. Обсяг викидів оксиду вуглецю залишався стабільним впродовж 2016–2020 років. Зниження викидів діоксиду та інших сполук сірки спостерігали з 2018 по 2020 рр. (з 0,15049 тис. т до 0,02661 тис. т відповідно).

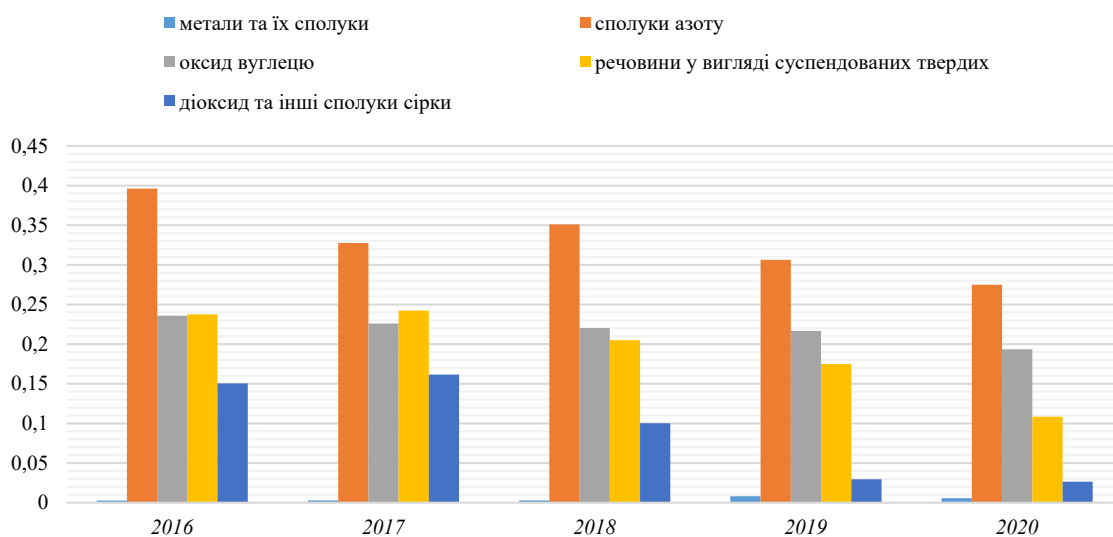


Рис. 5. Динаміка викидів основних забруднювальних речовин від стаціонарних джерел за забруднювальними речовинами, (тис. т), 2016–2020 рр.

Збільшення кількості металів та їхніх сполук спостерігали з 2018 року, що має негативну тенденцію до забруднення атмосферного повітря.

Серед специфічних забруднюючих речовин

в атмосферу міста стаціонарними джерелами викидаються: фреони, ціаніди, фтор та його сполуки, хлор та його сполуки, бром та його сполуки, стійкі органічні забруднювачі, озон, фосфін (рис. 6).

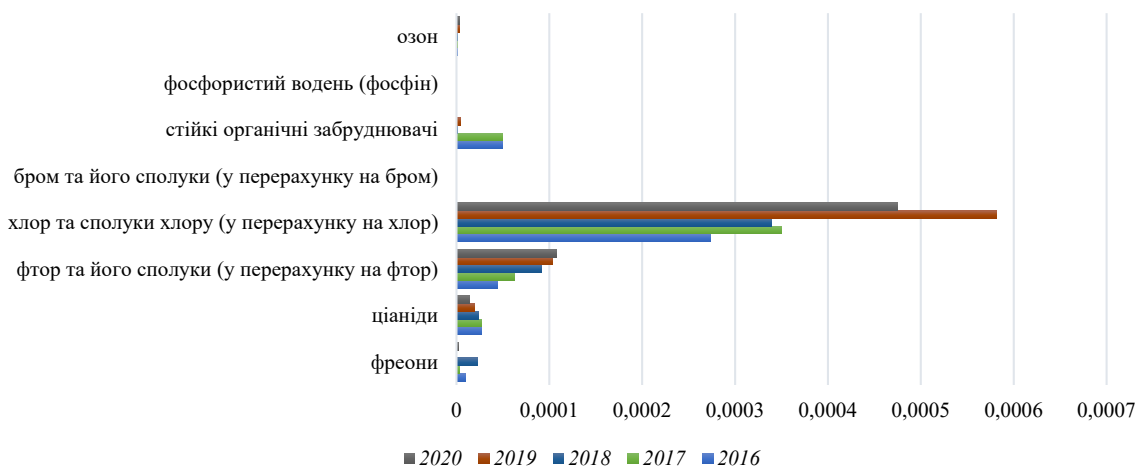


Рис. 6. Динаміка викидів специфічних забруднювальних речовин від стаціонарних джерел (тис. т), 2016–2020 рр.

У загальному обсязі викидів специфічних забруднювальних речовин найбільшу частку мали

хлор і його сполуки та фтор і його сполуки. Динаміка їх викидів у розрізі років мала позитивну тенденцію

до зменшення кількості викидів. Аналіз даних свідчить, що 2019 року спостерігали найбільшу кількість викидів хлору (0,000581 тис. т), але на 2020 рік його кількість зменшується до 0,000475 тис. т. Однак кількість фтору і 2020 року залишається високою – 0,000108 тис. т порівняно із 2016 роком (0,000044 тис. т). Кількість викидів фреонів та ціанідів мають майже однакові показники у 2018 році. Однак кількість викидів фреонів має тенденцію до зменшення, тоді як викиди ціанідів залишалися стабільними з 2016 по 2019 рр. Кількість викидів стійких органічних речовин були стабільними та досить високими 2016 та 2017 рр.

Аналіз концентрацій основних забруднювальних речовин свідчить, що концентрація діоксиду вуглецю була найвищою серед концентрацій усіх забруднювальних речовин. Оксид вуглецю є основною такою речовиною, яка надходить до атмосферного повітря та є небезпечним парниковим газом, що призводить до зміни клімату [20], тому аналіз зміни концентрації CO₂ є дуже важливим у межах міста. За досліджуваний період концентрація діоксиду вуглецю мала негативну тенденцію до збільшення (рис. 7).

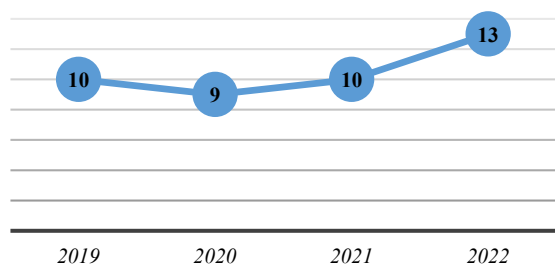


Рис. 7. Динаміка зміни концентрації діоксиду вуглецю (мг/м³) за період з 2019 по 2022 рр.

2019 року концентрація CO₂ становила 10 мг/м³, а 2022 року її значення виросло до 13 мг/м³. Отже, з 2019 по 2022 рік спостерігали негативну тенденцію щодо збільшення концентрації діоксиду вуглецю в межах міста Полтави, що свідчить про наявність ризиків пов'язаних зі зміною клімату.

Значення концентрації пилу 2019, 2021 та 2022 років становило 0,8 мг/м³ (рис. 8). Лише 2020 року концентрація пилу була дещо меншою та становила 0,7 мг/м³.

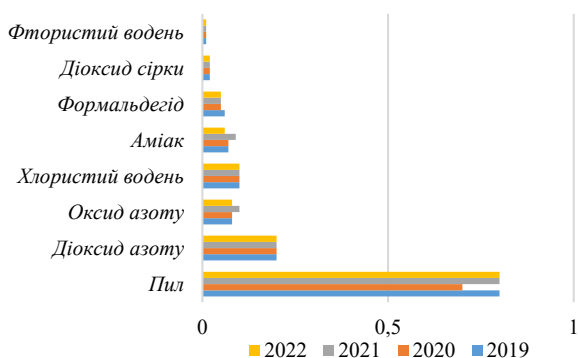


Рис. 8. Динаміка зміни концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі м. Полтава (мг/м³), 2019 по 2022 рр.

Концентрація діоксиду азоту була однаковою в усі роки дослідження та становила 0,2 мг/м³. Концентрація оксиду азоту була однаковою з 2019 по 2022 рік та становила 0,08 мг/м³, лише 2021 року її значення було вищим та дорівнювало 0,1 мг/м³. Хлористий водень мав стабільні значення концентрацій, що дорівнювали 0,1 мг/м³ з 2019 по 2022 роки. Концентрації аміаку відрізнялися за роками дослідження: спостерігали позитивну тенденцію до незначного зменшення концентрації забруднювальної речовини з 2019 по 2022 роки (з 0,07 мг/м³ до 0,06 мг/м³ відповідно). Концентрація формальдегіду мала стабільні значення 0,05 мг/м³, за винятком 2019 року, коли вона становила 0,06 мг/м³. Концентрації діоксиду сірки та фтористого водню були постійними упродовж років дослідження та становили 0,2 мг/м³ та 0,1 мг/м³ відповідно.

Висновки

Результати аналізу обсягу викидів забруднювальних речовин до атмосферного повітря в агломерації «Полтава» показали позитивну тенденцію до зменшення викидів до атмосферного повітря з 2016 року по 2020 рік. Статистичні дані обсягу викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел відображають загальну тенденцію до скорочення обсягів викидів забруднюючих речовин з 1,208823 тис. до 0,855055 тис. т, а отже, і зменшення антропогенного навантаження на атмосферне повітря, що пов'язано зі зменшенням кількості стаціонарних джерел викидів у межах Полтавської області до 494 підприємств. Аналіз обсягу викидів забруднювальних речовин за видами економічної діяльності області показав, що найбільше навантаження на атмосферне повітря має добувна промисловість і розроблення кар'єрів – 13,7 тис. т забруднювальних речовин; переробна промисловість – 2,8 тис. т таких речовин; постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря – 0,4 тис. т таких речовин; водопостачання – 0,1 тис. т речовин. Найбільшим забруднювачем атмосфери є Полтавський ГЗК, що має частку у 21 % від обласних викидів до атмосферного повітря. Збільшення кількості автотранспортних засобів 2016 по 2020 рр. свідчить і про збільшення навантаження забруднювальними речовинами на атмосферне повітря.

Аналіз викидів до атмосферного повітря за забруднювальними речовинами показав, що основними такими речовинами в межах міста є: тверді частинки, оксид вуглецю, сполуки азоту, діоксид та інші сполуки сірки, метали та їхні сполуки. Серед специфічних забруднювальних речовин в атмосферу стаціонарні джерела викидають: фреони, ціаніди, фтор та його сполуки, хлор та його сполуки, бром та його сполуки, стійкі органічні забруднювачі, озон, фосфін.

Дослідження концентрацій основних забруднювальних речовин показало, що концентрація діоксиду вуглецю була найвищою серед концентрацій усіх забруднювальних речовин. Отже, з 2019 по 2022 рік спостерігали негативну тенденцію щодо збільшення концентрації діоксиду вуглецю в межах міста

Полтави, що свідчить про наявність ризиків пов'язаних зі зміною клімату.

Отримані результати досліджень свідчать про необхідність створення інформаційно-аналітичної системи моніторингу для ефективного зберігання, обробки та аналізу даних на засадах комплексного моніторингу довкілля для збору, зберігання та обробки даних про забруднення. Матеріали дослідження можуть бути використані для екологічного планування території м. Полтави. Екологічні аспекти архітектурно-планувальних рішень сучасних міст мають бути інтегровані в місцеві стратегії та програми розвитку, генеральні плани міст, планування транспортної системи, стратегії охорони навколишнього середовища та потребують підтримки місцевого самоврядування та держави.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Air Pollution. *World Health Organization*. Retrieved from: https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1
2. Havrylenko, O. P. (2008). *Екологічна Україна. Сучасний стан та основні проблеми ресурсів атмосферного повітря в Україні: навчальний посібник*. Kyiv: Znannia [in Ukrainian]
3. Moore, F. (2009). Climate Change and air pollution: exploring the synergies and potential for mitigation in industrializing countries. *Sustainability*, 1 (1), 43–54. <https://doi.org/10.3390/su1010043>
4. Eze, I. C., Schaffner, E., Fischer, E., Schikowski, T., Adam, M., Imboden, M., Tsai, M., Carballo, D., von Eckardstein, A., Künzli, N., Schindler, C., & Probst-Hensch, N. (2014). Long-term air pollution exposure and diabetes in a population-based Swiss cohort. *Environment International*, 70, 95–105. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.05.014>
5. Desonie, D. (2007) *Atmosphere: Air Pollution and Its Effects*. New York, USA: Infobase Publishing.
6. Bai, L., Wang, J., Ma, X., & Lu, H. (2018). Air pollution forecasts: an overview. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15 (4), 780. <https://doi.org/10.3390/ijerph15040780>
7. Nazar, W., & Niedozytko, M. (2022). Air Pollution in Poland: a 2022 narrative review with focus on respiratory diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (2), 895. <https://doi.org/10.3390/ijerph19020895>
8. Ernyasih, E., Mallongi, A., Daud, A., Palutturi, S., Stang, S., Thaha, A. R., Al Madhoun, W. (2023). Health risk assessment through probabilistic sensitivity analysis of carbon monoxide and fine particulate transportation exposure. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 9 (4), 933–950. <https://doi.org/10.22035/gjesm.2023.04.18>
9. Taranenko, A., & Hlazunova, V. (2022). Climate policy of Poltava and analysis of innovative methods of adaptation to climate changes in cities. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 59–65. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.04.07>
10. MacCracken, M. C. (2008). Prospects for future climate change and the reasons for early action. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 58 (6), 735–786. <https://doi.org/10.3155/1047-3289.58.6.735>
11. Kheirouri, S., Alizadeh, M., Abad, R. M. S., Barkabi-Zanjani, S., & Mesgari-Abbasi, M. (2020). Effects of sulfur dioxide, ozone, and ambient air pollution on bone metabolism related biochemical parameters in a rat model. *Environmental Analysis Health and Toxicology*, 35 (4), e2020023. <https://doi.org/10.5620/eah.2020023>
12. Ambient (outdoor) air pollution. (2022). World Health Organization. Retrieved from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
13. Maksiuta, N., & Golik, Yu. (2019). Comparative Analysis of Pollution of Atmospheric Air in Cities (an Example of Leipzig and Poltava). *Lecture Notes in Civil Engineering*, 47 (1), 260–267. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27011-7_33
14. Fomenko, H. R. (2020). Transport flows and their impact on the level pollution of urban highways. *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences*, 2 (3), 119–123. <https://doi.org/10.32838/tnu-2663-5941/2020.3-2/20>
15. Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and health impacts of air pollution: a review. *Frontiers in Public Health*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
16. Dovgal, V., Gura, D., Stepanenko, V., & Dyachenko, R. (2023). An approach to the development of an atmospheric air monitoring system. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 821–831. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36960-5_93
17. Bondarenko, E., Kyrlyuk, M., & Yatsenko, O. (2021). Cartographic monitoring of atmospheric air quality on the territory of Poltava region (monthly trend). *15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215k2059>
18. Holovne upravlinnia statystyky v Poltavskii oblasti. Retrieved from: <https://www.pl.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian]
19. Departament ekolohii ta pryrodnykh resursiv Poltavskoi oblasnoi viiskovoi administratsii. Retrieved from: <https://eko.adm-pl.gov.ua/> [in Ukrainian]
20. Dryden, R., Morgan, M. G., Bostrom, A., & Bruine de Bruin, W. (2017). Public perceptions of how long air pollution and carbon dioxide remain in the atmosphere. *Risk Analysis*, 38 (3), 525–534. <https://doi.org/10.1111/risa.12856>

ORCID

A. Taranenko  <https://orcid.org/0000-0002-1305-939X>



© 2023 Taranenko 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.

Reproductive capacity of cows caused by genotypic factors

S. Voitenko¹ | O. Sydorenko¹ | B. Shaferivskiy² | M. Petrenko²

Article info

Correspondence Author

S. Voitenko

E-mail:

slvoitenko@ukr.net

¹ Institute of Animals Breeding and Genetics named after M. V. Zubets of NAAS, 1, Pohrebniaka Str., Chubynske village Boryspil district, Kyiv, 08321, Ukraine

² Poltava State Agrarian University, 1/3 Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine

Citation: Voitenko, S., Sydorenko, O., Shaferivskiy, B., & Petrenko, M. (2023). Reproductive capacity of cows caused by genotypic factors. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 91–98. doi: 10.31210/spi2023.26.04.16

The results of studies of the reproductive capacity of cattle of the Ukrainian Black-Pied suckling breed depending on the influence of the Holstein breed heredity and the origin of the bull, the father of the offspring, on their manifestation are presented. The relationship between the signs of reproductive capacity and milk productivity is revealed. The research was conducted on animals from 9 controlled herds in different regions of Ukraine. The distribution of heifers and cows by genotype (conditional bloodlines in the Holstein breed) and paternal origin was carried out using the database of the dairy farming management system DFMS "Intesel-Orsek". It was found that the increase in the conditional blood of the Holstein breed in the genotype of Ukrainian Black-Pied suckling breed heifers does not clearly accelerate the process of animal reproduction. Among the two genotypic factors of improving the age of first insemination of heifers: heredity of the Holstein breed and the bull, it is better to focus on the bull, the father of the offspring. Between heifers of different conditional bloodlines both within the same group and between groups, no significant difference in live weight during the first fertile insemination was found, although among heifers of I – III genotypic groups the most massive were the daughters of the bull Jupiter 27640964506 and D. Frosty 131520543, and of group IV – Jupiter 27640964506 and Shirley 447860719. Studies have not established a positive relationship between the live weight of heifers during the first insemination of the daughters of the corresponding bull and the increase in conditional bloodiness in their Holstein genotype. In heifers of the studied genotypic groups, the age of first insemination does not correspond to live weight during this period due to low feedback, except for individuals of group IV. At the same time, the age of first insemination in individuals of all genotypic groups had a direct relationship with the age of first calving ($r = +0.930...+0.939$; $P < 0.001$). Between the age of first insemination and milk yield of firstborn cows, a high and medium strength reliable inverse correlation was found ($r = -0.534...-0.821$; $P < 0.001$), according to which early involvement of heifers in reproduction will contribute to high milk yield during the first lactation. The relationship of the age of first insemination with the fat content in the milk of firstborn cows, except for the first group, was opposite to the milk yield, indicating a change in the traits in one direction.

Keywords: conditional bloodlines according to the Holstein breed, daughter progeny of the bull, age, live weight, first insemination, first calving, nadir, fat content in milk, correlations.

Відтворювальна здатність корів, зумовлена генотиповими чинниками

С. Л. Войтенко¹ | О. В. Сидоренко¹ | Б. С. Шаферівський² | М. О. Петренко²

¹ Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця Національної академії аграрних наук України, с. Чубинське, Київська область, Україна

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Висвітлені результати досліджень відтворювальної здатності худоби української чорно-рябої молочної породи залежно від впливу на їх прояв спадковості голштинської породи та походження за бугаєм, батьком потомства. Виявлений зв'язок між ознаками відтворювальної здатності та молочної продуктивності. Дослідження проведені на тваринах 9 підконтрольних стад різних областей України. Розподіл телиць і корів за генотипом (умовною кровністю за голштинської породи) та походженням за батьком здійснювали за використання бази даних системи управління молочним скотарством СУМС "Інтесел-Орсек". З'ясовано, що збільшення умовної кровності голштинської породи в генотипі телиць української чорно-рябої молочної породи не слугує чіткому прискоренню процесу відтворення тварин. Серед двох генотипових чинників поліпшення віку першого осіменіння телиць: спадковості голштинської породи та бугая, краще акцентувати увагу на бугаєві, батькові потомства. Між телицями різної умовної кровності як у межах однієї групи, так і між групами не було виявлено істотної різниці за живою масою під час першого плідного осіменіння, хоча серед телиць I – III генотипових груп найбільш масивними були дочки бугая Джупітера 27640964506 і Д. Фрості 131520543, а IV групи – Джупітера 27640964506 і Ширлі 447860719. Дослідженнями не встановлено позитивного зв'язку живої маси телиць під час першого осіменіння, дочок відповідного бугая, із збільшенням умовної кровності в їх генотипі голштинської породи. У телиць досліджуваних генотипових груп вік першого осіменіння не узгоджується з живою масою в цей період з огляду на низький зворотний зв'язок, крім особин IV групи. Водночас вік першого осіменіння у особин усіх генотипових груп мав прямий зв'язок із віком першого отелення ($r = +0,930...+0,939$; $P < 0,001$). Між віком першого осіменіння та надоем корів-первісток виявлений високої і середньої сили достовірний зворотний кореляційний зв'язок ($r = -0,534...-0,821$; $P < 0,001$), згідно якого раннє залучення телиць до відтворення сприятиме високому надою за першу лактацію. Зв'язок віку першого осіменіння з вмістом жиру в молоці корів-первісток, крім першої групи, носив протилежний до надою характер, вказуючи на зміну ознак в одному напрямку.

Ключові слова: умовна кровність за голштинською породою, дочірні потомки бугая, вік, жива маса, перше осіменіння, перше отелення, надій, вміст жиру в молоці, кореляційні зв'язки.

Бібліографічний опис для цитування: Войтенко С. Л., Сидоренко О. В., Шаферівський Б. С., Петренко, М. О. Відтворювальна здатність корів, зумовлена генотиповими чинниками. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 91–98.

Вступ

В практиці молочного скотарства давно визнано, що чинниками, які зумовлюють ефективність ведення галузі є рівень молочної продуктивності корів та регулярне відтворення поголів'я [1, 2].

Ряд дослідників [3, 4] повідомляють про силу впливу показників відтворювальної здатності, зокрема – сервіс-періоду, на показники молочної продуктивності корів, тривалість їх господарського і довічного використання, а також умов середовища, які посилюють антагонізм між молочною продуктивністю і відтворювальною здатністю.

Раніше оптимальною тривалістю сервіс-періоду вважали 80–90 дні, а оптимальний період між отеленнями – 12 місяців. Смирновим О. І. [5] було доведено пряму залежність між рівнем продуктивності корів та виникненням у них тички і охоти після отелення. З'ясовано, що скорочення періоду між отеленнями до 10 місяців викликає зниження продуктивності до 12 %, а подовження приводить до недоодержання телят. Аналогічні дані наводили і інші дослідники, які вважали, що корови з надоем за рік на рівні 5500–6000 кг повинні мати сервіс-період 60–80 днів [6].

Наразі повідомляється про оптимальну тривалість сервіс-періоду у корів сучасних порід на рівні 90–120 днів [7], однак у високопродуктивних стадах його тривалість досить часто є вищою.

Науковці стверджують, що у корів сучасних високопродуктивних порід досить часто спостерігаються погіршення стану відтворення: подовжується тривалість сервіс-періоду та тривалості періоду між отеленнями, зростає індекс осіменіння, знижується вихід телят на 100 корів, збільшується відсоток вибракування корів зі стада впродовж першої-другої лактацій через порушення відтворення і гінекологічні хвороби [8, 9]. Причинами цього вважають селекцію на підвищення молочної продуктивності, належність до голштинської породи, ембріональну смертність, безприв'язне утримання корів та їх скупченість, інбридинг, хвороби тварин тощо [10, 13].

Водночас Гончарук М. С. [14] не виявив залежності частоти порушення відтворення від віку першого осіменіння телиць і величини середньодобового надою у корів української чорно-рябої молочної породи. Зі збільшенням живої маси за першого осіменіння із 350 кг і нижче до 441 кг і вище частота порушення відтворення знижувалася із 50 % до 35 %. Найбільш сильний вплив на частоту порушення відтворення у стаді мала жива маса телиць за першого осіменіння ($\eta_2 x = 24,9\%$), найслабший – вік першого осіменіння телиць ($\eta_2 x = 5,0\%$). Автором зроблено висновок про суттєву роль середовищних чинників у формуванні відтворювальної здатності корів.

Незважаючи на те, що ознаки відтворювальної здатності мають низький коефіцієнт успадкування і досягти їх селекційного поліпшення досить складно, науковці вважають, що за ними варто проводити добір та поліпшувати стан відтворення у сучасних високопродуктивних стадах.

Цінним матеріалом і засобом для підвищення молочної продуктивності окремих стад чи порід науковці вважають корів-рекордисток, які поєднують основну продуктивність із високою відтворювальною здатністю. Бенехіс Б. М., Шафарук О. Г., Герус В. Е. [15] на коровах-рекордистках чорно-рябої та симентальської порід довели існування зв'язку надою за лактацію і вмісту жиру в молоці з плодючістю. Коефіцієнт ефективності племінного використання рекордисток становив 84–94 %. Кореляційний зв'язок між надоем корів у рекордну лактацію і плодючістю хоча й був не високої сили, але засвідчив взаємно незалежне успадкування ознак. Водночас коефіцієнт плодючості на рівні 31–42 % довів можливість добору потомства від рекордисток для поєднання у подальшому високих надоїв та відтворювальної здатності.

Одним з основних чинників впливу на молочну продуктивність і відтворювальну функцію корів вважається рівень годівлі. Буяло Ф. Д., Кругляк А. П., Ляпун М. [16] довели, що з підвищенням рівня молочної продуктивності показники відтворювальної здатності (тривалість періоду між отеленнями та заплідненість від першого осіменіння) погіршуються, за виключенням найбільш високопродуктивних корів, які завжди знаходяться в кращому стані щодо годівлі й утримання. Висловлена думка, що при недостатній годівлі поживні речовини корму у високопродуктивних корів використовуються на продукування молока, в результаті чого деяка частина зигот або гамет гинуть і корови приходять в охоту повторно.

На доцільність якісного вирощування телиць для більш раннього їх використання в процесі відтворення вказано в роботах багатьох дослідників [17–19].

Дослідженнями Іляшенко Г. Д. [20] встановлений зворотний зв'язок між віком першого осіменіння і молочною продуктивністю корів, що пояснюється більш інтенсивним ростом і кращим розвитком телиць, їх раннім залученням до процесу відтворення. Сила впливу віку першого осіменіння на надій і вихід молочної жиру і білку за 305 днів лактації первісток перевищує 50 %, вплив живої маси при першому осіменінні на показники продуктивності корів становить від 20 до 33 %.

Дослідження на коровах 12 порід молочної і м'ясної напрямку продуктивності дали змогу зробити висновок, що майже 85 % тварин мають високу плодючість і можуть народжувати 6–8 телят і більше за життя. Шляхом добору телиць, здатних до відтворення за анатомо-фізіологічними показниками, вирощених в належних технологічних умовах, можна сформувати групу тварин з високою відтворювальною здатністю і молочною продуктивністю. Але при цьому наголошується, що із зростанням надоїв корів до 5–9 тисяч кг за лактацію знижується відтворювальна функція корів, сервіс-період триває 80–150 днів, а індекс осіменіння становить 1,8–3,2. Автор вважає, що це пов'язано з рівнем годівлі корів, технологією їх утримання, недоліками в лікуванні та виявленні хворих тварин, а також ускладнень після отелення [6].

Про роль годівлі при розведенні худоби молочних порід та її значення для прояву генетичного потенціалу вказано в роботі Пелехатого М. С.,

Шипоти Н. М. та Волківської З. О. [21]. Автори вважають, що українські чорно-ряба і червоно-ряба молочні породи, які виводились з максимальним використанням високопродуктивної голштинської породи, вибагливі до умов утримання, годівлі і характеризуються низькою відтворною здатністю.

Дослідженнями Мачульного В. В., Покрищука С. М. та Сорокіна А. О. [22] встановлено, що середній вік при першому отеленні первісток української чорно-рябої породи різних генотипів залежав від технології утримання і годівлі молодняка в господарстві і знаходився в межах 26,2–26,9 місяці. Зроблено висновок про більшу обумовленість сервіс-періоду паратиповими факторами, ніж генотиповими, а також доцільності використання бугаїв європейської селекції для поліпшення відтворювальної здатності корів вітчизняних порід.

Про підвищення генетичного потенціалу продуктивності худоби на основі використання бугаїв-поліпшувачів наголошується в багатьох роботах. Крилатий вислів заводчиків “бугай коштує половини стада” в сучасних умовах трактується як “бугай вартий стада” [23].

Вітчизняні дослідники вважають, що відносний вплив бугая на поліпшення господарськи корисних ознак корів становить понад 85 %, що потрібно враховувати при формуванні стада з бажаними господарськи корисними ознаками [24–30].

Наразі для поліпшення продуктивних якостей худоби української чорно-та червоно-рябої молочних порід продовжують використовувати бугаїв голштинської породи різних країн селекції, але при цьому на фоні підвищення показників молочної продуктивності спостерігається погіршення відтворювальної здатності корів та тривалості їх використання у стаді. Ця проблема досить актуальна й для зарубіжних країн, де використовується голштинська порода великої рогатої худоби [31].

У вітчизняній науковій літературі стверджується, що на даний час відсоток умовної кровності голштинської породи у генотипах більшості корів української чорно- і червоно-рябої молочних порід складає 90 % і більше, що зумовлено використанням бугаїв-плідників голштинської породи з високою племінною цінністю за молочною продуктивністю. При цьому ряд дослідників акцентує увагу на тому, що збільшення спадковості за голштинською породою приводить до неоднозначного ефекту на показники молочної продуктивності та відтворної здатності тварин [32, 33].

На думку вчених, вбирне схрещування та інтенсивне використання генофонду голштинської породи чинить негативний вплив на показники відтворювальної здатності корів молочної худоби [34–36].

Хмельничий Л. М. та Вечорка В. В. [37] з'ясували, що із зростанням умовної кровності голштинської породи покращуються ознаки молочної продуктивності, але подовжується тривалість сервіс-періоду. Кращими показниками тривалості сервіс-періоду впродовж трьох лактацій характеризувались корови з умовною кровністю за голштинською породою на рівні 50,01–75,0 % порівняно із тваринами інших груп, у яких із зростанням спадковості

голштинської породи аналогічно збільшувався сервіс-період. Найвищі показники сервіс-періоду з мінливістю тривалості у межах 126–189 та 131–1142 дні виявились у корів з високою кровністю голштина 87,51–93,75 % та чистопородних голштинських тварин.

Водночас Пелехатий М. С., Шипота Н. М., Волвіська З. О., Федоренко Т. В. [31] в результаті досліджень, праведних на чорно-рябій худобі різного походження та різної кровності за голштинською породою (від 0 до 100 %) з'ясували, що з підвищенням частки голштинів спостерігається тенденція до збільшення кількості отелень за життя.

З огляду наявної інформації можна зробити висновок, що відтворювальна здатність худоби молочних порід – це складний процес, у якому поєднуються біологічні, селекційні, технологічні та економічні чинники й встановити рівень кожного з них окремо досить складно.

З урахуванням чого актуальним питанням молочної скотарства залишається пошук чинників, які поліпшують відтворювальну здатність худоби вітчизняних порід не знижуючи рівень їх молочної продуктивності.

Мета дослідження

Визначити генотипові чинники, які сприяють прояву генетичного потенціалу відтворювальної здатності худоби української чорно-рябої молочної породи.

Матеріали і методи

Дослідження проведені на худобі української чорно-рябої молочної породи, які утримувалися в господарствах ФГ «Щербич» Вінницька, ТОВ «СП імені Воловікова» Рівненська, ТОВ «Бучачагрохліб-пром» Тернопільська, ДП «ДГ Асканійське АДСДС ІЗЗ НААН» Херсонська, ДП «ДГ Нова Перемога» Житомирська, ДП «ДГ Пасічна ІК СГП НААН» Хмельницька, ДП «ДГ Олександрівське ННЦ ІЗ НААН» Вінницька, ДП СПОП «Відродження» Черкаська, ТОВ «Промінь-Лан» Полтавська області.

Для проведення досліджень були сформовані електронні бази з розподілом корів за 4 генотиповими групами (I група – 50,0–74,9 % умовної кровності за голштинською породою, II група – 75,0–87,4 %, III група – 87,5–93,6 %, IV група – 93,7–100 %). Розподіл корів за генотипом (умовною кровністю за голштинської породи) та походженням за батьком здійснювали за використання бази даних системи управління молочним скотарством СУМС “Інтесел-Орсек”. Для вивчення впливу бугая на відтворювальну здатність дочок, піддослідних телиць і корів згрупували залежно від походження за батьком, а саме: Д. Фросі 131520543, Джамір 1401822731, Джупітер 27640964506, Домінік 8840785296, Занарді 346273895, Кармелло 349214112, Стерлінг 1401717727, Ширлі 447860719. Співвідносно мінливість показників відтворювальної здатності та молочної продуктивності вивчали за використання кореляційного аналізу.

Відтворювальну здатність вивчали за показниками віку і живої маси під час першого осіменіння, а також віку першого отелення. Молочну продуктивність корів вивчали за надоем і вмістом жиру в молоці за 305 днів першої лактації. Результати досліджень опрацьовані методами варіаційної статистики [38, 39].

Результати та їх обговорення

На думку багатьох науковців [40–42], майбутня відтворювальна здатність, молочна продуктивність та тривалість господарського використання худоби в значній мірі зумовлюється живою масою телиць при першому осіменінні. В Україні оптимальним віком першого осіменіння телиць вважається вік, коли вони досягають 70–75 % живої маси дорослої корови. Проте в провідних світових країнах давно впровадили інтенсивне вирощування телиць та їх осіменіння у віці 14–15 місяців.

З'ясовано, що вік першого осіменіння у телиць, які мали кровність за голштинською породою на рівні 50–74,9 % (I група) варіював у межах 14,2–19,0 місяців і узгоджувався з батьком потомства (табл. 1). У найбільш ранньому віці (14,2 міс.) осіменялися дочірні потомки бугая голштинської породи Д. Фрості 131520543, які на 1,9–4,8 місяців швидше від дочок інших бугаїв залучалися до виробництва молока. Серед особин II групи, умовна кровність яких за поліпшувальною породою становила 75,0–87,4 %, диференціація показнику збереглися (14,4–19,2 міс) за незначного підвищення крайніх меж ознаки та здебільшого достовірної переваги дочок бугая Д. Фрості 131520543 на 1,9–4,8 місяців потомків інших досліджуваних плідників. Збільшення умовної кровності голштинської породи в генотипі досліджуваних телиць до 87,5–93,6 % (III група) не сприяло рівномірному підвищенню чи зниженню віку першого осіменіння у телиць різного походження за батьком. У особин III групи розмах ознаки становив 5,2 місяців за кращих показників у дочок бугая Д. Фрості 131520543, тобто вони в більш ранньому віці приходили в охоту й осіменялися. Найбільш висококровні за голштинською породою телиці (IV група) теж виявилися не консолідованими за віком першого осіменіння, який залежно від походження за батьком знаходився у межах 14,1–20, місяців, позитивно виділяючи дочок бугая Д. Фрості 131520543. Тобто, за показниками віку першого осіменіння зроблено висновок, що збільшення умовної кровності голштинської породи в генотипі телиць української чорно-рябої молочної породи не слугує чіткому прискоренню процесу відтворення тварин, а отже – й виробництву молока.

Водночас аналіз віку першого осіменіння у телиць української чорно-рябої молочної породи, дочірніх потомків бугаїв Д. Фрості 131520543, Джаміра 1401822731, Джупітера 27640964506, Домініка 8840785296, Занарді 346273895, Кармелло 349214112, Стерлінга 1401717727 і Ширлі 447860719 засвідчив певний вплив плідника, батька потомства на поліпшення даної ознаки відтворювальної здатності. Нами встановлено, що найоптимальніший вік

першого осіменіння своїм дочкам (14,1–14,4 місяців) забезпечив бугай Д. Фрості 131520543, але при цьому із збільшенням умовної кровності голштинської породи в генотипі дочірніх потомків із 50,0 до 100,0 % не відмічено чіткого поліпшення ознаки. Слід також відмітити достовірну перевагу дочірніх потомків даного бугая над більшістю досліджуваних

Зменшення віку першого осіменіння із 17,3 до 16,3 місяців із збільшенням кровності поліпшувальної породи було характерно лише для дочок бугая Джаміра 1401822731. Дочки решти досліджуваних бугаїв, а саме: Джупітера 27640964506, Домініка 8840785296, Кармелло 349214112 і Ширлі 447860719 мали хвилеподібний характер прояву віку першого плідного осіменіння, тобто вони могли поліпшувати ознаку у особин із збільшенням спадковості за поліпшувальною породою порівняно до її меншого значення, або навпаки – забезпечувати її погіршення. Бугай Занарді 346273895 сприяв деякому зменшенню віку першого осіменіння дочкам II групи, порівняно до першої, але накопичення спадковості за голштинської породи понад 87,5% супроводжувалося подовженням віку першого плідного осіменіння як по відношенню до особин I так і II групи. У дочок бугая Стерлінга 1401717727 виявлена тенденція чіткого підвищення віку першого плідного осіменіння із збільшенням умовної кровності голштинської породи в їх генотипів з 50,0 до 100 % від 19,0 до 20,1 місяців.

З урахуванням чого зроблений висновок, що бугай хоча й сприяє поліпшенню такої ознаки відтворювальної здатності, як вік першого осіменіння своїм дочкам, але одночасне урахування двох генотипових чинників: умовної кровності за поліпшувальною породою і походження за батьком нівелює вплив останнього. Враховуючи постійне збільшення спадковості голштинської породи в генотипі сучасної худоби українських порід варто акцентувати увагу на племінній цінності бугая-плідника, який забезпечує генетичне поліпшення породи чи стада й не звертати увагу на умовну кровність за поліпшувальною породою.

За результатами наших досліджень, прискорене залучення до відтворення висококровним (IV група) телицям української чорно-рябої молочної породи забезпечують батьки, бугаї Д. Фрості 131520543, Домінік 8840785296 і Занарді 346273895, що потрібно враховувати при плануванні підбору тварин для відтворення стада.

Проаналізована нами жива маса телиць української чорно-рябої молочної породи під час першого плідного осіменіння дала змогу встановити, що особини I групи (низькокровні) вперше залучалися до відтворення при досягненні живої маси 346,8–370,2 кг; II групи (75,0–87,4 % умовної кровності) 350,7–367,6 кг; III групи (87,5–93,6 %) 345,5–374,9 кг і IV група (висококровні, 93,7–100 %) 346,3–369,7 кг. Тобто, між телицями різної умовної кровності як у межах однієї групи, так і між групами не було виявлено істотної різниці за живою масою під час першого плідного осіменіння.

Водночас нашими дослідженнями встановлено, що серед телиць I – III груп найбільш масивними при першому осіменінні були дочки бугая Джупітера

27640964506 і Д. Фрості 131520543, а IV групи – Джулітера 27640964506 і Ширлі 447860719. Але достовірної різниці між потомками досліджуваних плідників як у межах кожної досліджуваної генотипової групи, так і між групами виявлено не було. Нами також не встановлено позитивного зв'язку живої маси телиць під час першого осіменіння, дочок

відповідного бугая, із збільшенням умовної кровності в їх генотипі голштинської породи.

Будь-яка сучасна технологія виробництва молока вбачає безліч підходів для прискореної експлуатації корів. З урахуванням чого ми проаналізували, як впливають на вік першого отелення такі генотипові чинники, як бугай та спадковість голштинської породи.

Таблиця 1

Вік та жива маса телиць української чорно-рябої молочної породи при першому осіменінні залежно від походження за батьком та умовної кровності за голштинською породою

Кличка та № бугая	Генотипові групи											
	I (50–74,9 %)			II (75–87,4 %)			III (87,5–93,6 %)			IV (93,7–100 %)		
	<i>n</i>	вік, міс.	жива маса, кг	<i>n</i>	вік, міс.	жива маса, кг	<i>n</i>	вік, міс.	жива маса, кг	<i>n</i>	вік, міс.	жива маса, кг
Д.Фрості 131520543	21	14,2±0,27	370,2±3,17	49	14,4±0,20	367,4±1,75	69	14,1±0,13	369,6±1,92	31	14,1±0,21	365,4±2,27
Джамір 1401822731	38	17,3±0,48 ³	346,8±2,84	20	16,8±0,61	355,7±4,45	17	16,3±0,78	345,5±4,01	12	16,3±0,82	346,3±7,10
Джулітер 27640964506	8	19,0±1,27	377,0±24,04	53	17,9±0,40 ²	367,6±3,81	64	18,4±0,35 ³	374,9±2,66	13	17,6±0,69	378,0±8,18
Домінік 8840785296	30	16,9±0,31	357,8±4,56	14	17,1±0,39 ²	362,7±4,93	23	16,7±0,37 ²	354,1±3,15	7	16,2±0,58	356,7±8,18
Занарді 346273895	78	17,4±0,30 ³	357,6±2,45	60	17,1±0,31 ²	356,8±2,97	58	17,7±0,28 ³	358,8±2,62	34	17,8±0,48	358,3±3,04
Кармелло 349214112	67	17,0±0,33 ²	353,7±2,20	79	17,3±0,25 ²	363,9±2,67	105	16,8±0,22	360,9±2,30	85	16,9±0,23	364,6±2,98
Стерлінг 1401717727	14	19,0±0,28 ³	355,9±5,84	31	19,2±0,28 ³	350,7±3,11	32	19,3±0,34 ³	353,4±3,18	8	20,1±0,84 ²	361,3±7,31
Ширлі 447860719	104	16,1±0,21	355,9±1,91	100	16,3±0,19	364,6±2,13	123	16,6±0,18 ¹	362,1±1,95	110	16,4±0,20 ²	369,7±1,92

Примітки: ² – P < 0.01; ³ – P < 0.001 (за порівняння до бугая Д.Фрості 131520543).

З'ясовано, що вік першого отелення у корів української чорно-рябої молочної породи, які були об'єднані у першу генотипову групу, знаходився на рівні 25,8–30,4 місяців, в другу групу 25,6–30,3 місяців, в третю групу 25,3–30,3 місяців і в четверту групу 24,6–31,7 місяців (табл. 2). На нашу думку, групова і міжгрупова різниця показнику була

обумовлювалася впливом батька потомства та залежала від віку першого осіменіння телиць. Стабільне зменшення віку першого отелення із збільшенням спадковості голштинської породи від 50% до 100 % своїм дочірнім потомкам забезпечили лише бугаї Д.Фрості 131520543 та Кармелло 349214112.

Таблиця 2

Вік першого отелення корів української чорно-рябої молочної породи різного походження за батьком та спадковості голштинської породи, (M ± m)

Кличка та № бугая	Генотипові групи							
	I (50–74,9 %)		II (75–87,4 %)		III (87,5–93,6 %)		IV (93,7–100 %)	
	<i>n</i>	вік, міс.	<i>n</i>	вік, міс.	<i>n</i>	вік, міс.	<i>n</i>	вік, міс.
Д.Фрості 131520543	21	25,8±0,56	49	25,6±0,49	69	25,3±0,34	31	24,6±0,35
Джамір 1401822731	38	28,6±0,62	20	28,3±0,88	17	27,4±0,90	12	28,0±1,04
Джулітер 27640964506	8	30,4±1,87	53	27,8±0,51	64	28,4±0,40	13	28,5±0,92
Домінік 8840785296	30	26,9±0,49	14	27,5±0,84	23	26,3±0,49	7	27,6±1,00
Занарді 346273895	78	28,4±0,38	60	27,9±0,48	58	28,5±0,44	34	28,5±0,60
Кармелло 349214112	67	28,2±0,43	79	28,0±0,36	105	27,5±0,30	85	27,5±0,29
Стерлінг 1401717727	14	30,0±0,75	31	30,3±0,57	32	30,3±0,58	8	31,7±1,56
Ширлі 447860719	104	26,9±0,30	100	27,7±0,34	123	26,9±0,26	110	27,1±0,30

Відмічене поліпшення даної ознаки відтворювальної здатності у особин другої генотипової групи, які були дочками бугаїв Джулітера 27640964506 і Занарді 346273895 по відношенню до першої групи за її погіршення із збільшенням кровності поліпшувальної породи, або незначне, але погіршення ознаки, як у дочок бугая Стерлінга 1401717727.

Аналіз відтворювальної здатності худоби української чорно-рябої молочної породи був би не повним без виявлення зв'язку між ознаками, тим більше, що науковці і практики наполягають на

актуальності інтенсивного вирощування та своєчасного осіменіння телиць для подальшого введення в стадо нетелей з високим потенціалом молочної продуктивності.

За використання кореляційного аналізу було встановлено, що у телиць досліджуваних генотипових груп вік першого осіменіння не узгоджується з живою масою в цей період з огляду на недостовірний, низький зворотний зв'язок, крім четвертої групи (табл. 3). Тобто, не залежно від умовної кровності голштинської породи в генотипі

телиць української чорно-рябої молочної породи, добір тварин за віком першого осіменіння не сприятиме поліпшенню живої маси, а швидше навпаки. Водночас вік першого осіменіння у особин усіх генотипових груп мав високодостовірний

прямий зв'язок із віком першого отелення ($r = +0,930 \dots +0,939$; $P < 0,001$), вказуючи на ефективність інтенсивного вирощування телиць та їх осіменіння в ранньому віці для забезпечення прибутковості галузі.

Таблиця 3

Кореляційний зв'язок між показниками відтворювальної здатності та молочної продуктивності ($r \pm m_r$)

Корелюючі ознаки	Генотипові групи			
	I (50–74,9 %)	II (75–87,4 %)	III (87,5–93,6 %)	IV (93,7–100 %)
<i>Вік першого осіменіння:</i>				
-жива маса першого осіменіння	-0,029±0,0001	-0,261±0,068	-0,074±0,005	0,067±0,004
-вік першого отелення	0,931±0,865 ²	0,930±0,865 ³	0,937±0,438 ³	0,939±0,387 ³
-надій за першу лактацію	-0,666±0,442	-0,731±0,534 ¹	-0,821±0,672 ²	-0,534±0,285
-вміст жиру в молоці	-0,007±0,0001	0,596±0,356	0,470±0,221	0,758±0,575 ¹
<i>Жива маса першого осіменіння</i>				
-надій за першу лактацію	-0,541±0,293	0,301±0,091	0,001±0,0001	-0,630±0,397
-вміст жиру в молоці	0,019±0,0001	-0,582±0,339	0,333±0,111	0,065±0,004

Примітка: ¹ – $P < 0,05$; ² – $P < 0,01$; ³ – $P < 0,001$

Враховуючи думку науковців про те, що відтворювальна здатність худоби голштинської та вітчизняних порід, створених на її основі, в якійсь мірі є антогоністом молочної продуктивності, ми дослідили продуктивність корів досліджуваних генотипових груп та походження за батьком за першу лактацію й визначили зв'язок між

основними селекційними ознаками.

З'ясовано, що дочірні потомки досліджуваних бугаїв істотно відрізнялися за надоем першої лактації як у межах відповідної генотипової групи, так і між групами, що може бути результатом впливу батька потомства (табл. 4).

Таблиця 4

Молочна продуктивність корів, зумовлена спадковістю поліпшувальної породи та походженням за батьком

Кличка та № бугая	Генотипові групи											
	I (50-74,9%)			II (75-87,4%)			III (87,5-93,6%)			IV (93,7-100%)		
	<i>n</i>	надій, кг	вміст жиру, %	<i>n</i>	надій, кг	вміст жиру, %	<i>n</i>	надій, кг	вміст жиру, %	<i>n</i>	надій, кг	вміст жиру, %
Д.Фрості 131520543	27	6781,9±255,08	3,5±0,02	63	6917,2±189,55	3,5±0,02	87	7134,8±172,53	3,6±0,02	50	7007,8±189,58	3,5±0,02
Джамір 1401822731	38	7180,4±198,77	3,5±0,01	22	6694,1±233,40	3,5±0,02	19	6506,5±373,48	3,5±0,02	12	7740,3±288,87	3,5±0,01
Домінік 8840785296	30	6886,3±161,33	3,5±0,02	14	6450,4±272,10	3,6±0,03	23	6566,4±207,64	3,5±0,02	7	7015,3±677,58	3,5±0,04
Занарді 346273895	82	6732,2±129,71	3,5±0,01	64	6455,0±167,20	3,6±0,02	61	6756,5±152,99	3,6±0,01	37	6441,2±171,06	3,6±0,02
Кармелло 349214112	69	6662,9±154,45	3,6±0,01	83	6173,7±124,38	3,6±0,01	111	6055,5±130,631	3,6±0,01	85	5851,4±136,352	3,6±0,01
Стерлінг 1401717727	14	5909,9±242,761	3,7±0,02	33	6006,8±171,84	3,7±0,01	34	5792,2±174,812	3,7±0,02	9	6108,3±267,32	3,7±0,02
Ширлі 447860719	112	6951,8±99,53	3,5±0,01	106	6567,9±132,67	3,5±0,01	130	6792,5±109,64	3,6±0,01	116	6580,4±118,29	3,6±0,02

За варіювання надою у представниць I генотипової групи на рівні 5909–7180 кг, найвищий генетичний потенціал своїм потомкам забезпечив бугай Джамір 1401822731. Дочки інших бугаїв однієї кровності за голштинською породою (I група) поступалися потомкам бугая Джаміра 1401822731 на 4,1–17,7 %. Серед особин II групи найвищий прояв надою за першу лактацію про-демонстрували потомки бугая Д.Фрості 131520543 (6917,2 кг), які на 3,2–13,2 % перевищували одногрупниць. У III генотиповій групі збереглася тенденція переваги за надоем у потомків бугая Д.Фрості 131520543 за поступового підвищення надою, порівняно до особин II групи у дочок бугаїв Домініка 8840785296, Занарді 346273895 і Ширлі 447860719. З-поміж найбільш високопродуктивних корів (IV група) найвищим надоем характеризувалися дочки бугая Джаміра 1401822731

(7740,3 кг), перевищивши одногрупниць на 9,4–24,4 %.

Доведено, що дочірні потомки бугаїв Д.Фрості 131520543, Джаміра 1401822731, Домініка 8840785296, Занарді 346273895, Кармелло 349214112, Стерлінга 1401717727 і Ширлі 447860719, які мали різну умовну кровність за голштинською породою, не характеризувалися стабільним підвищенням надою із збільшенням кровності за голштинською породою. Нами також не встановлено істотної різниці на міжгруповому та внутрігруповому рівні за вмістом жиру в молоці ймовірно з огляду на його зумовленість паратиповими чинниками.

Між віком першого осіменіння та надоем корів-первісток виявлений високої і середньої сили достовірний зворотний кореляційний зв'язок ($r = -0,534 \dots -0,821$; $P < 0,001$), згідно якого ранне залучення телиць до відтворення сприятиме високому

надою за першу лактацію. Зв'язок віку першого осіменіння з вмістом жиру в молоці корів-первісток, крім першої групи, носив протилежний до надою характер, вказуючи на зміну ознак в одному напрямку.

Жива маса першого осіменіння не мала чіткого зв'язку з надоєм та вмістом жиру в молоці первісток й узгоджувалася з генотипом корів. Аналогічна тенденція відмічена за ознакою віку першого отелення та вмісту жиру в молоці. Водночас вік першого отелення мав зворотний зв'язок з надоєм за першу лактацію ($r = -0,321 \dots -0,785$).

Отже, проведені дослідження дали змогу виявити, що збільшення умовної кровності за голштинської породою в генотипі телиць української чорно-рябої молочної породи має менший вплив на прояв ознак відтворювальної здатності, ніж походження за бугаєм, батьком потомства. При розведенні голштинизованої худоби варто акцентувати увагу на використанні бугая-поліпшувача, а не спадковості поліпшувальної породи, тим більше, що наразі відбувається постійне поглинання наявного селекційного матеріалу вітчизняної породи плідниками зарубіжного походження. Встановлений високий достовірний кореляційний зв'язок між віком першого осіменіння та надоєм корів-первісток дає підставу для формування стад, де телиці залучатимуться до відтворення в ранньому віці (14-16 місяців).

Висновки

Вік першого осіменіння телиць української чорно-рябої молочної породи має значну диференціацію залежно від генотипу тварин, але при цьому більш об'єктивним чинником впливу на прояв ознаки варто вважати бугая, батька потомства. Збільшення умовної кровності голштинської породи в генотипі телиць української чорно-рябої молочної породи не слугує чіткому поліпшенню віку першого осіменіння.

Між телицями різної умовної кровності як у межах однієї групи, так і між групами не було виявлено істотної різниці за живою масою під час першого плідного осіменіння, хоча вищу живу масу дочірнім потомкам I – III генотипових груп забезпечували бугаї, батьки потомства Джупітер 27640964506 і Д. Фрості 131520543, а IV групи – Джупітер 27640964506 і Ширлі 447860719. Не встановлено позитивного зв'язку живої маси телиць під час першого осіменіння із збільшенням умовної кровності в їх генотипі голштинської породи.

Добір телиць за віком першого осіменіння не сприятиме поліпшенню живої маси, а швидше навпаки. Водночас вік першого осіменіння у особин усіх генотипових груп мав високодостовірний прямий зв'язок із віком першого отелення ($r = +0,930 \dots +0,939$; $P < 0,001$), засвідчуючи ефективність інтенсивного вирощування телиць та їх осіменіння в ранньому віці.

Між віком першого осіменіння та надоєм корів-первісток виявлений високої та середньої сили

достовірний зворотний кореляційний зв'язок ($r = -0,534 \dots -0,821$; $P < 0,001$), згідно якого ранне залучення телиць до відтворення сприятиме високому надою за першу лактацію.

Конфлікт інтересів

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

References

1. LeBlanc, S. (2007). Economics of improving reproductive performance in dairy herds. *Advanced Dairy Technology*, 19, 201–214.
2. Kuziv, M.I., & Fedorovych, E.I. (2016). Reproductive ability of ukrainian black and white dairy cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 18 (2), 120–123. <https://doi.org/10.15421/nvvet6727>
3. Stavetska, R.V., & Boiko, O.V. (2015). Vplyv tryvalosti servis-periodu na pokaznyky molochnoi produktyvnosti ta hospodarskoho vykorystannia molochnykh koriv. *Tekhnolohiia Vyrobnystva i Pererobky Produktii Tvarynnystva*, 2 (120), 205–210. [in Ukrainian]
4. Kearney, J.F., Schutz, M.M., & Boettcher, P. J. (2004). Genotype × environment interaction for grazing vs. Confinement. II. Health and reproduction traits. *Journal of Dairy Science*, 87 (2), 510–516. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(04\)73190-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(04)73190-2)
5. Smyrnov, O. I. (1971). Vidtvoriuvalna zdattnist i produktyvnist koriv za ryznykh strokiv pershooho osimeninnia. *Visnyk Silskohospodarskoi Nauky*, 4, 17–21 [in Ukrainian]
6. Sharapa, H. S. (1999). Problemy vidtvorennia velykoi rohatoi khudoby. *Rozvedennia i Heentyky Tvaryn*, 31-32, 290–292. [in Ukrainian]
7. Stavetska, R. V. (2012). Vplyv tryvalosti servis-periodu na produktyvni ta inshi pokaznyky vidtvornoї zdattnosti koriv. *Zbirnyk Naukovykh Prats Vinnytskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriia «Silskohospodarski Nauky»*, 4 (62), 106–111. [in Ukrainian]
8. González-Recio, O., Alenda, R., Chang, Y. M., Weigel, K. A., & Gianola, D. (2006). Selection for female fertility using censored fertility traits and investigation of the relationship with milk production. *Journal of Dairy Science*, 89 (11), 4438–4444. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72492-4](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72492-4)
9. Barth, A. D., Brito, L. F. C., & Kastelic, J. P. (2008). The effect of nutrition on sexual development of bulls. *Theriogenology*, 70 (3), 485–494. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.05.031>
10. Kozyr, V., & Movchan, T. (20140). Pidvyshchennia nadoiv mozhe pohirshyty vidtvorennia. *Tvarynnystvo Ukrainy*, 10, 16–19. [in Ukrainian]
11. Pidpala, T., Tskhvitava, O., & Yasiev, S. (2011). Vidtvorennia velykoi rohatoi khudoby za bezpryviaznoho utrymanna. *Tvarynnystvo Ukrainy*, 7, 10–12. [in Ukrainian]
12. Hudson, C. D., Bradley, A. J., Breen, J. E., & Green, M. J. (2012). Associations between udder health and reproductive performance in United Kingdom dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95 (7), 3683–3697. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4629>
13. Schefers, J. M., Weigel, K. A., Rawson, C. L., Zwald, N. R., & Cook, N. B. (2010). Management practices associated with conception rate and service rate of lactating Holstein cows in large, commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 93 (4), 1459–1467. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2015>
14. Honcharuk, M. S. (2018). Analiz porushennia vidtvorennia u stadi molochnoi khudoby. *Rozvedennia i Henetyky Tvaryn*, 55, 179–186. [in Ukrainian]
15. Benekhis, B. M., Shafaruk, O. H., & Herus, V. E. (1978). Vidtvoriuvalna zdattnist koriv-rekordystok. *Pleminna Sprava i Biolohiia Rozmnozhenia Silskohospodarskykh Tvaryn*, 10, 61–64. [in Ukrainian]
16. Buialo, F. D., Kruhliak, A. P., & Liapun, M. (1973). Molochna produktyvnist koriv i yikh vidtvoriuvalna zdattnist. *Pleminna Sprava i Biolohiia Rozmnozhenia Silskohospodarskykh Tvaryn*, 3, 41–44. [in Ukrainian]

17. Havrylenko, M. (2001). Vymohy do rostu i rozvytku plemnykh telyts. *Propozyttsiia*, 8, 80–81. [in Ukrainian]
18. Kuziv, M. I. (2014). Zalezhnist molochnoi produktyvnosti koriv ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody vid zhyvoi masy ta viku pry pershomu osimeninni. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 7 (26), 7–41. [in Ukrainian]
19. Piddubna, L. M., & Zakharchuk, D. V. (2013). Molochna produktyvnist i vidtvorna zdattnist koriv-pervistok ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody zalezhno vid zhyvoi masy ta viku otelenia. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekologichnoho Universytetu*, 1 (2), 141–148. [in Ukrainian]
20. Iliashenko, H. D. (2017). Zviazok molochnoi produktyvnosti koriv z zhyvoiu masoiu i vikom pry pershomu osimeninni. *Rozvedennia i Henetyka Tvaryn*, 54, 45–49. [in Ukrainian]
21. Pelekhatyi, M. S., Shypota, N. M., & Volkivska, Z. O. (1998). Pokaznyky vidtvoriualnoi zdattnosti ta hospodarskoho vykorystannia koriv riznogo pokhodzhennia i henotypiv. *Selekttsiia: Naukovo-Vyrobnychiy Biuletyn*, 80–81. [in Ukrainian]
22. Machulnyi, V. V., Pokryshchuk, S. M., & Sorokin, A. O. (2017). Otsinka molochnoi produktyvnosti ta vidtvornoï zdattnosti koriv-pervistok ukraïnskoi chorno-riaboi ta chervono-riaboi molochnykh porid v zalezhnosti vid selektsiinoho napriamku holshtynskoi porody. *Rozvedennia i Henetyka Tvaryn*, 54, 178–183. [in Ukrainian]
23. Polupana, Yu. P., & Pryma, S. V. (Eds.) (2023). *Kataloh buhaiv molochnykh i molochno-miasnykh porid dlia vidtvorennia matochnoho poholivia v 2023 rotsi*. Kyiv. Retrieved from: http://www.animalbreedingcenter.org.ua/images/files/katalog/catalog_1_2023.pdf [in Ukrainian]
24. Hladii, M. V., Polupan, Yu. P., Bazyshyna, I. V., Polupan, N. L., & Bezrutenko, I. M. (2014). Vplyv pokhodzhennia za batkom i liniinoi nalezhnosti na hospodarsky korysni oznaky koriv. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 7 (26), 3–11. [in Ukrainian]
25. Bodnar, P. V., Shcherbatyi, Z. Ye., & Pavliv, B. A. (2009). Efektyvnist vykorystannia v stadi ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody buhaiv pokrashchuiuchykh porid chorno-riaboi khudoby. *Naukovi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii imeni S. Z. Hzytsykoho*, 11 (2 (41)), 20–24. [in Ukrainian]
26. Stavetska, R. V., & Rudyk, I. A. (2012). Vplyv henotypovykh faktoriv na vidtvorni pokaznyky koriv. *Tekhnologii Vyrobnystva i Pererobky Produktii Tvarynnystva*, 7 (90), 39–243. [in Ukrainian]
27. Iliashenko, H. D., & Polupan, Yu. P. (2009). Vplyv henetychnykh ta paratypnykh chynnykiv na molochnu produktyvnist koriv ukraïnskoi chervonoï ta chorno-riaboi molochnykh porid. *Visnyk Stepu*, 6, 129–136. [in Ukrainian]
28. Polupan, Yu. P. (2000). Otsinka buhaiv za typom dochok. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5, 45–49. [in Ukrainian]
29. Piddubna, L. M., & Pelekhatyi, M. S. (2011). Vplyv henetychnykh faktoriv na produktyvnist molochnoho stada. Suchasni problemy selektsii, rozvedennia ta henetyky. *Zbirnyk Naukovykh Prats Vinnytskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 8 (48), 38–44. [in Ukrainian]
30. Voitenko, S. L., & Sydorenko, O. V. (2020). Estimation of holstein breed bulls by dairy productivity of their daughters. *Animal Breeding and Genetics*, 59, 26–34. <https://doi.org/10.31073/abg.59.03>
31. Pelekhatyi, M. S., Shypota, M. S., Volkivska, Z. O., & Fedorenko, T. V. (1999). Vidtvoriualna zdattnist chorno-riabykh koriv riznogo pokhodzhennia i henotypiv v umovakh ukraïnskoho Polissia. *Rozvedennia i Henetyka Tvaryn*, 31–32, 180–182. [in Ukrainian]
32. Yefimenko, M., Podoba, B., & Bratushka, R. (2014). Perspektyvy rozvytku ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody. *Tvarynnystvo Ukrainy*, 5, 10–14. [in Ukrainian]
33. Rudyk, I. A., & Oleshko, V. P. (2011). Riven vidtvornoï zdattnosti koriv yak faktor formuvannia vysokoproduktyvnykh stad molochnoi khudoby. *Naukovi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv ta Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 160 (1), 34–41. [in Ukrainian]
34. Kruhliak, A. P. (2016). Metodychni osnovy vykorystannia krosbrydynhu v molochnomu skotarstvi. *Rozvedennia i Henetyka Tvaryn*, 52, 41–48. [in Ukrainian]
35. Piddubna, L. M. (2014). Holshtynizatsiia vidkrytoi rehionalnoi populatsii chorno-riaboi molochnoi khudoby ta perspektyvy yii podalshoho udoskonalennia. *Biologiya Tvaryn*, 16 (4), 121–132. [in Ukrainian]
36. Stavetska, R., & Rudyk, I. (2011). Molochna produktyvnist ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi khudoby: selektsiini osoblyvosti. *Tvarynnystvo Ukrainy*, 11, 18–22. [in Ukrainian]
37. Khmelnychi, L. M., & Vecherka, V. V. (2018). The effect of share heritability of Holstein breed and methods for selection of economically useful traits of cows dairy cattle. *Animal Breeding and Genetics*, 55, 135–142. <https://doi.org/10.31073/abg.55.19>
38. Kramarenko, S. S., Luhovyi, S. I., Lykhach, A. V., & Kramarenko, O. S. (2019). *Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsii tvaryn: navchalnyi posibnyk*. Mykolaiv: Mykolaivskiy natsionalnyi ahrarnyi universytet [in Ukrainian]
39. Voitenko, S. L., Kopylov, K. V., Kopylova, K. V., Zhukorskyi, O. M., Ladyka, V. I., & Dobrianska, M. L. (2023). *Henetyka: navchalnyi posibnyk: 2-he vydannia, dopovnene ta pereroblene*. Odesa: Oldi+ [in Ukrainian]
40. Rusnak, P. Y., Shcherbatyi, Z. Ye., Kropyvka, Yu. H., & Rusnak, P. P. (2015). Osoblyvosti rostu zhyvoi masy telyts riznykh porid ta yoho prohnozuvannia v ontogenezi. *Naukovi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii imeni S. Z. Hzytsykoho*, 17 (1 (3)), 184–191. [in Ukrainian]
41. Tytarenko, I. V., Bushtruk, M. V., & Starostenko, I. S. (2016). Vplyv intensyvnosti vyroshchuvannia telyts na yikh vidtvornu zdattnist ta molochnu produktyvnist. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Naukovo-Doslidnoho Tsentru Biobezpeky ta ekolohichnoho Kontroliu Resursiv Ahropromysloвого Kompleksu*, 4 (1), 260–265. [in Ukrainian]
42. Vyshnevskiy, L. V., Voitenko, S. L., & Sydorenko, O. V. (2019). Economically useful signs of dairy breeds cattle in herds of research farms of the network of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine. *Animal Breeding and Genetics*, 57, 29–37. <https://doi.org/10.31073/abg.57.04>

ORCID

- S. Voitenko  <https://orcid.org/0000-0003-3530-6360>
- O. Sydorenko  <https://orcid.org/0000-0003-2429-9361>
- B. Shaferivskiy  <https://orcid.org/0000-0001-5742-5016>
- M. Petrenko  <https://orcid.org/0000-0002-5275-9401>



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

Level of contamination of environmental facilities due to chorioptosis

S. Kovalenko✉

Article info

Correspondence Author
S. Kovalenko
E-mail:
kovalenko97@ukr.netPoltava State Agrarian
University,
Skovorody Str., 1/3,
Poltava, 36003,
Ukraine**Citation:** Kovalenko, S. (2023). Level of contamination of environmental facilities due to chorioptosis of cattle. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 99–103. doi: 10.31210/spi2023.26.04.17

Acariform ticks, which are permanent ectoparasites of animals, belong to highly specialized parasites that spread mostly by contaminant means. The possibility of infection of animals in most cases occurs through direct contact, as well as through the transmission of pathogens through facilities of livestock premises where infested animals are kept. An important place in the assessment of the activity of the epidemic process in parasitic diseases belongs to the results of sanitary and parasitological studies, because they contribute to determining the state of one of the key elements – the mechanism of pathogen transmission. The aim of the research was to establish the level of contamination of various environmental objects by ticks of the *Chorioptes bovis* species depending on the way cattle are kept. The highest rates of contamination by chorioptes were found in the untethered way of keeping animals, where the extensive and intensive index of contamination was: bedding from the places where the animals are located – 100 % and 257.50 spec./kg, scrapings from objects that the animals scratch against – 100 % and 194,38 spec./kg, bedding from the center of the room – 90 % and 80.56 spec./kg. Lower values of tick contamination were found when examining the litter taken from the corners of the room, where the extensive and intensive index of contamination was 50 % and 43.75 spec./kg. With the tethered method of keeping cattle, the extensive contamination index turned out to be lower than without tethering, and ranged from 15 to 45 %, and the intensive contamination index – from 41.67 to 90.28 spec./kg, where the maximum the level of contamination with acariform mites was determined in samples taken from litter and scrapings from objects located in the area of the animals' heads. At the same time, chorioptes were not found in the litter collected from the corners of the room. The obtained data make it possible to expand the already existing information on the mechanism of transmission of *Chorioptes bovis* acariform ticks among susceptible animals and will allow to increase the effectiveness of planning preventive measures for chorioptosis in cattle.

Keywords: parasitology, chorioptosis, cattle, ticks, environmental objects, contamination indicators.

Рівень контамінації об'єктів довкілля за хоріоптозу великої рогатої худоби

С. О. Коваленко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Акариформні кліщі, які є постійними ектопаразитами тварин, відносяться до високоспеціалізованих паразитів, що розповсюджуються здебільшого контамінативним шляхом. Можливість зараження тварин більшою мірою відбувається прямим контактним шляхом, а також шляхом передачі збудників через об'єкти тваринницьких приміщень, де утримуються інвазовані тварини. Істотне місце в оцінці активності епідемічного процесу при паразитарних хворобах належить результатам санітарно-паразитологічних досліджень, оскільки вони сприяють визначенню стану одного з ключових елементів – механізму передачі збудника. Метою досліджень було встановити рівень контамінації різних об'єктів довкілля кліщами виду *Chorioptes bovis* залежно від способу утримання великої рогатої худоби. Найвищі показники контамінації хоріоптесами встановлено за умови безприв'язного способу утримання тварин, де екстенсивний та інтенсивний індекси контамінації становили: підстилки з місць знаходження тварин – 100 % та 257,50 екз./кг, зіскобів із предметів, об які чухаються тварини, – 100 % та 194,38 екз./кг, підстилки з центру приміщення – 90 % та 80,56 екз./кг. Нижчі значення забрудненості кліщами спостерігали при дослідженні підстилки, відібраної з кутів приміщення, де екстенсивний та інтенсивний індекси контамінації становили 50 % та 43,75 екз./кг. За умови прив'язного способу утримання великої рогатої худоби екстенсивний індекс контамінації виявився нижчим, ніж у разі безприв'язного, і коливався у межах від 15 до 45 %, а інтенсивний індекс контамінації – від 41,67 до 90,28 екз./кг, де максимальний рівень забрудненості акариформними кліщами зафіксовано у зразках, відібраних з підстилки та зіскобах з предметів, розташованих в області голови тварин. Водночас у підстилці, відібраній з кутів приміщення, хоріоптесів не виявлено. Отримані дані дають змогу розширити вже наявну інформацію щодо механізму передачі акариформних кліщів *Chorioptes bovis* серед сприйнятливих тварин та дозволять підвищити ефективність планування профілактичних заходів за наявності хоріоптозу у великої рогатої худоби.

Ключові слова: паразитологія, хоріоптоз, велика рогата худоба, кліщі, об'єкти довкілля, показники контамінації.**Бібліографічний опис для цитування:** Коваленко С. О. Рівень контамінації об'єктів довкілля за хоріоптозу великої рогатої худоби. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 99–103.

Вступ

Вплив людини на довкілля призводить до порушення еволюційно збалансованих екосистем різного рівня, зокрема паразитарних. Паразитарні системи в сучасних умовах господарювання відповідають на зовнішні впливи комплексом реакцій, змінами їх у морфологічній структурі, зростанням їх виживаності у зовнішньому середовищі, зростанням плодючості паразитів, тощо [1–5]. Одним із наслідків дестабілізації паразитарних систем є паразитарне забруднення середовища, у якому провідна роль, згідно з більшістю наукових досліджень, належить гельмінтам [6–8].

Дослідники вважають, що вирішальну роль у формуванні вогнищ паразитозів тварин і людини відіграє ґрунт. У ґрунті залежно від його типу і структури під впливом численних факторів одні патогенні організми швидко руйнуються, для інших – ґрунт є тим проміжним середовищем, з якого збудники можуть потрапити у воду, повітря, харчові продукти, інші об'єкти зовнішнього середовища. Внаслідок цього відбувається зараження хазяїна, що і забезпечує безперервність циркуляції паразитів у природі [9–11].

Провідну роль у профілактичних заходах за наявності паразитарних хвороб тварин та людини посідає охорона та оздоровлення навколишнього середовища від контамінації її збудниками інвазій. Найчастіше об'єкти довкілля є факторами передачі більшості паразитів. Зважаючи на це, актуальність проведення санітарно-паразитологічного моніторингу щодо шляхів та передачі збудника від джерела інвазії (тварини та/або людини) до сприйнятливої організму, стає більш вагомим. Причому автори свідчать, що одним із найбільш значущих факторів передачі паразитозів є ґрунт, пісок та підстилка з місць утримання тварин, які служать оптимальним середовищем для циклу розвитку багатьох паразитів [12–15].

Елементи зовнішнього середовища, які виступають у ролі об'єктів дослідження в санітарній паразитології, можуть бути факторами передачі паразитозів, індикаторами можливого ризику зараження тварин та ймовірності поширення збудників паразитарних хвороб у тваринницьких господарствах. Суттєву роль в оцінці активності епідемічного процесу при паразитарних хворобах відіграють результати санітарно-паразитологічних досліджень, оскільки вони сприяють визначенню механізму передачі збудників інвазій [16–19].

З огляду на це робота зі здійснення санітарно-паразитологічного моніторингу, який дозволяє відстежувати реальний стан ризиків зараження великої рогатої худоби за наявності хоріоптозу, набуває актуальності.

Мета дослідження

Метою було встановити рівень контамінації різних об'єктів навколишнього середовища кліщами

виду *Chorioptes bovis* залежно від способу утримання великої рогатої худоби.

Матеріали і методи

Роботу виконували впродовж 2022–2023 рр. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету. Моніторингові дослідження щодо рівня контамінації об'єктів довкілля кліщами виду *Ch. bovis* тваринницьких приміщень здійснювали в умовах ТОВ «Комишуватський молочний комплекс» Красноградського району Харківської області. Зразки відбирали у тваринницьких приміщеннях при різних способах утримання великої рогатої худоби (безприв'язного і прив'язного).

У тваринницьких приміщеннях відбирали підстилку:

- з ділянок центру і кутів приміщення;
- з місць, де тварини лежать;
- з ділянки задньої частини тварини.

Також відбирали зіскоби з предметів, об які тварини чухаються; підстилку та зіскоби з предметів, розташованих в області голови тварин.

Підготовку зразків здійснювали за методикою Г. А. Котельникова (1984) [20], а дослідження на забрудненість кліщами виду *Ch. bovis* за способом В. В. Мельничука та І. Д. Юськіва (2019) [21].

Основними показниками контамінації довкілля кліщами *Ch. bovis* були екстенсивний індекс контамінації та інтенсивний індекс контамінації (ЕІК та ІК). ЕІК вираховували як відношення числа позитивних проб (проби, у яких були виявлені кліщі *Ch. bovis*) до загального числа досліджуваних проб (%). ІК вираховували як число кліщів *Chorioptes bovis* у зразку (екз/кг).

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL» шляхом визначення середнього арифметичного (M) та стандартної похибки (m).

Результати та їх обговорення

Результати проведених досліджень свідчать, що рівень контамінації об'єктів тваринницьких приміщень кліщами *Ch. bovis* (рис. 1) залежно від способу утримання великої рогатої худоби значно різнився. Зокрема, найвищі показники контамінації хоріоптесами встановлено за умови безприв'язного способу утримання тварин. Так, максимальні значення екстенсивного та інтенсивного індексу контамінації об'єктів довкілля виявлено при дослідженні: підстилки з місць, де тварини лежать, – 100 % та $257,50 \pm 18,81$ екз./кг (за коливань від 125 до 475 екз./кг); зіскобів з предметів, об які чухаються тварини, – 100 % та $194,38 \pm 10,59$ екз./кг (за коливань від 125 до 300 екз./кг); підстилки, відібраної з центру приміщення, – 90 % та $80,56 \pm 11,62$ екз./кг (за коливань від 25 до 200 екз./кг) (табл. 1, рис. 2).

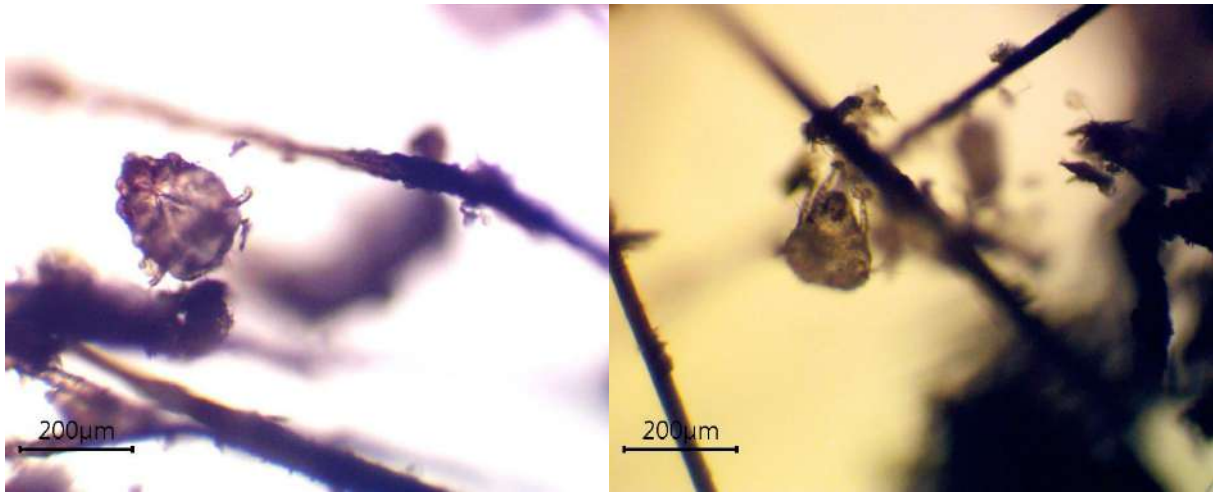


Рис. 1. Кліщі *Chorioptes bovis*, виділені зі зразків об'єктів доквілля

Таблиця 1

Рівень контамінації кліщами *Chorioptes bovis* об'єктів тваринницьких приміщень за умови безприв'язного способу утримання великої рогатої худоби (n=20)

Об'єкт дослідження та місце відбору	Позитивних зразків	ЕІК, %	Абсолютне число кліщів, екз./ кг	ІК, екз./кг М±m	min-max
Підстилка з центральної частини приміщення	18	90,0	1450	80,56±11,62	25-200
Підстилка з місць, де тварини лежать	20	100,0	5150	257,50±18,81	125-475
Зіскоби з предметів, об які тварини чухаються	20	100,0	3887,50	194,38±10,59	125-300
Підстилка з кутів приміщення	10	50,0	437,50	43,75±12,40	25-150

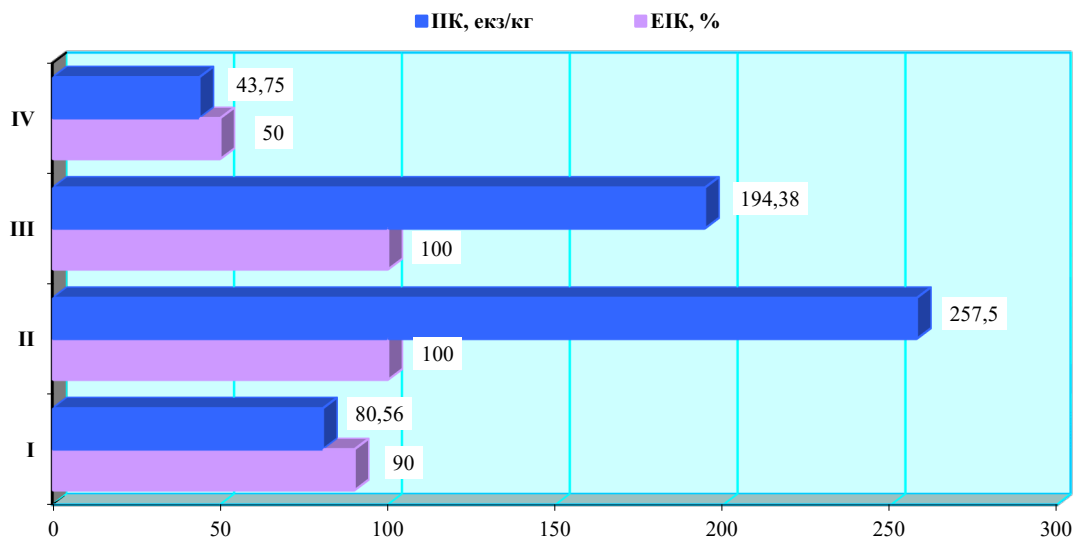


Рис. 2. Показники екстенсивного та інтенсивного індексу контамінації хоріоптесами об'єктів тваринницьких приміщень за умови безприв'язного способу утримання великої рогатої худоби:

I – підстилка з центральної частини приміщення; II – підстилка з місць, де тварини лежать; III – зіскоби з предметів, об які тварини чухаються; IV – підстилка з кутів приміщення

Нижчі значення забрудненості кліщами встановлено при дослідженні підстилки, відібраної з кутів приміщення, де екстенсивний та інтенсивний індекс контамінації становив 50 % та 43,75±12,40 екз./кг (за коливань від 25 до 150 екз./кг) відповідно.

У разі прив'язного способу утримання великої рогатої худоби екстенсивний індекс контамінації виявився нижчим, ніж за умови безприв'язного,

і коливався у межах від 15 до 45 %, а інтенсивний індекс контамінації – від 41,67±1,67 до 90,28±20,39 екз./кг. Так, максимальні значення екстенсивного та інтенсивного індексу контамінації об'єктів доквілля виявлено при дослідженні підстилки та зіскобів з переметів, розташованих в області голови тварин, – 45 % та 90,28±20,39 екз./кг (за коливань від 25 до 225 екз./кг) (табл. 2, рис. 3).

Таблиця 2

Рівень контамінації кліщами *Chorioptes bovis* об'єктів тваринницьких приміщень за умови прив'язного способу утримання великої рогатої худоби (n=20)

Об'єкт дослідження та місце відбору	Позитивних зразків	ЕІК, %	Абсолютне число кліщів, екз./кг	ПК, екз./кг М±m	min-max
Підстилка з центральної частини приміщення	3	15,0	125,0	41,67±1,67	25-75
Підстилка та зіскоби з переметів, розташованих в області голови тварин	9	45,0	812,50	90,28±20,39	25-225
Підстилка з підлоги в області задньої частини тіла тварини	5	25,0	237,50	47,50±8,29	25-75
Підстилка з кутів приміщення	–	–	–	–	–

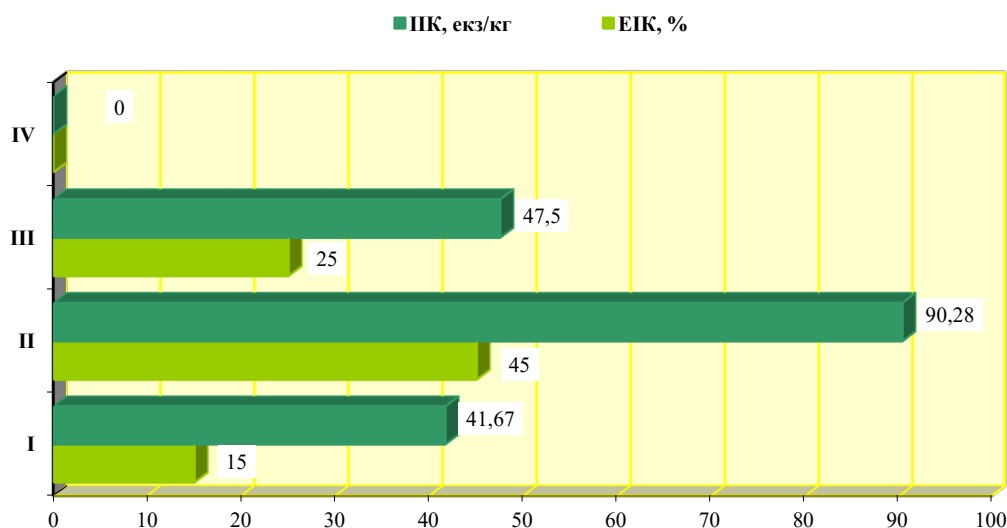


Рис. 3. Показники екстенсивного та інтенсивного індексу контамінації хориоптесами об'єктів тваринницьких приміщень за умови прив'язного способу утримання великої рогатої худоби:

I – підстилка з центральної частини приміщення; II – підстилка та зіскоби з предметів, розташованих в області голови тварин; III – підстилка з підлоги в області задньої частини тіла тварини; IV – підстилка з кутів приміщення

Нижчі значення екстенсивного та інтенсивного індексів контамінації об'єктів довкілля виявлено при дослідженні: підстилки з підлоги в області задньої частини тіла тварини – 25 % та 47,50±8,29 екз./кг (за коливань від 25 до 75 екз./кг); підстилки з центральної частини приміщення – 15 % та 41,67±1,67 екз./кг (за коливань від 25 до 75 екз./кг). Водночас у підстилці, відібраній з кутів приміщення, хориоптесів не виявлено.

Наукова література свідчить про актуальність визначення контамінації об'єктів довкілля за наявності паразитозів як механізму передачі збудників інвазій [16–19]. До того ж більшість праць присвячена вивченню контамінації ґрунту, піску, інших об'єктів довкілля за наявності нематодозів – геогельмінтозів тварин [6, 8, 12]. Тому актуальним є вивчення рівня забруднення об'єктів тваринницьких приміщень за наявності хориоптозу у великої рогатої худоби.

У результаті проведених досліджень найвищі показники контамінації хориоптесами зафіксовано за умови безприв'язного способу утримання тварин, де екстенсивний та інтенсивний індекси контамінації сягали: підстилки з місць знаходження тварин – 100 % та 257,50 екз./кг, зіскобів з предметів, об які чухаються тварини, – 100 % та 194,38 екз./кг,

підстилки з центру приміщення – 90 % та 80,56 екз./кг. За умови прив'язного способу утримання великої рогатої худоби екстенсивний індекс контамінації виявився нижчим, ніж у разі безприв'язного, і коливався у межах від 15 до 45 %, а інтенсивний індекс контамінації – від 41,67 до 90,28 екз./кг, де максимальний рівень забрудненості акариформними кліщами встановлено у зразках, відібраних з підстилки та зіскобів з предметів, розташованих в області голови тварин. Водночас у підстилці, відібраній з кутів приміщення, хориоптесів не виявлено.

У доступній науковій літературі відсутні дані щодо проведення аналогічних досліджень. Є окремі повідомлення, де зазначається про те, що кліщі та їх яйця можуть виживати на смітті всередині будівель, постільній білизні та на обладнанні для догляду за тваринами протягом тривалого часу залежно від температури, вологості та умов гігієни [22].

Отримані дані дають змогу розширити вже наявну інформацію щодо механізму передачі акариформних кліщів *Chorioptes bovis* серед сприйнятливих тварин та дозволять підвищити ефективність планування профілактичних заходів за наявності хориоптозу у великої рогатої худоби.

Висновки

Встановлено, що рівень контамінації об'єктів тваринницьких приміщень кліщами *Ch. bovis* залежить від способу утримання великої рогатої худоби. За умови безприв'язного способу утримання тварин максимальні значення екстенсивного та інтенсивного індексів контамінації виявлено при дослідженні підстилки з місць, де тварини лежать (100 % та 257,50±18,81 екз./кг), зіскобів з предметів, об які чухаються тварини (100 % та 194,38±10,59 екз./кг) і підстилки, відібраної з центру приміщення, (90 % та 80,56±11,62 екз./кг). Водночас у разі прив'язного способу утримання тварин показники контамінації об'єктів довкілля виявилися нижчими і були максимальними при дослідженні підстилки та зіскобів з предметів, розташованих в області голови тварин, (45 % та 90,28±20,39 екз./кг).

Конфлікт інтересів

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

References

1. Patz, J. A., Graczyk, T. K., Geller, N., & Vittor, A. Y. (2000). Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *International Journal for Parasitology*, 30 (12-13), 1395–1405. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00141-7](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00141-7)
2. Budria, A., & Candolin, U. (2014). How does human-induced environmental change influence host-parasite interactions?. *Parasitology*, 141 (4), 462–474. <https://doi.org/10.1017/S0031182013001881>
3. Gleichsner, A. M., & Minchella, D. J. (2014). Can host ecology and kin selection predict parasite virulence?. *Parasitology*, 141 (8), 1018–1030. <https://doi.org/10.1017/S0031182014000389>
4. Sternberg, E. D., Li, H., Wang, R., Gowler, C., & de Roode, J. C. (2013). Patterns of host-parasite adaptation in three populations of monarch butterflies infected with a naturally occurring protozoan disease: virulence, resistance, and tolerance. *American Naturalist*, 182 (6), 235–248. <https://doi.org/10.1086/673442>
5. Patz, J. A., Graczyk, T. K., Geller, N., & Vittor, A. Y. (2000). Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *International Journal for Parasitology*, 30 (12-13), 1395–1405. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00141-7](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00141-7)
6. 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, 67. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-67>
7. Moskvina, T. V., Bartkova, A. D., & Ermolenko, A. V. (2016). Geohelminths eggs contamination of sandpits in Vladivostok, Russia. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9 (12), 1215–1217. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.11.002>
8. Khorolskyi, A., & Mushynskyi, A. (2022). Level of contamination of environmental objects in rabbits farms by the propagal stages of *Passalurus ambiguus*. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 134–140. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.04.16>
9. Uga, S., Ono, K., Kataoka, N., Safriah, A., Tantular, I. S., Dachlan, Y. P., & Ranuh, I. G. (1995). Contamination of soil with parasite eggs in Surabaya, Indonesia. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 26 (4), 730–734.
10. Rai, S. K., Uga, S., Ono, K., Rai, G., & Matsumura, T. (2000). Contamination of soil with helminth parasite eggs in Nepal. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 31 (2), 388–393.
11. Ristić, M., Miladinović-Tasić, N., Dimitrijević, S., Nenadović, K., Bogunović, D., Stepanović, P., & Ilić, T. (2020). Soil and sand contamination with canine intestinal parasite eggs as a risk factor for human health in Public Parks in Niš (Serbia). *Helminthologia*, 57 (2), 109–119. <https://doi.org/10.2478/helm-2020-0018>
12. 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.
13. Mizgajska-Wiktor, H., Jarosz, W., Fogt-Wyrwas, R., & Drzewiecka, A. (2017). Distribution and dynamics of soil contamination with *Toxocara canis* and *Toxocara cati* eggs in Poland and prevention measures proposed after 20 years of study. *Veterinary Parasitology*, 234, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.12.011>
14. Aydenizöz Ozkayhan, M. (2006). Soil contamination with ascarid eggs in playgrounds in Kirikkale, Turkey. *Journal of Helminthology*, 80 (1), 15–18. <https://doi.org/10.1079/joh.2005311>
15. Rostami, A., Ebrahimi, M., Mehravar, S., Fallah Omrani, V., Fallahi, S., & Behniafar, H. (2016). Contamination of commonly consumed raw vegetables with soil transmitted helminth eggs in Mazandaran province, northern Iran. *International Journal of Food Microbiology*, 225, 54–58. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmi.2016.03.013>
16. Bicalho, K. A., Araújo, F. T., Rocha, R. S., & Carvalho, O. D. (2007). Sanitary profile in mice and rat colonies in laboratory animal houses in Minas Gerais: I - Endo and ectoparasites. *Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinaria E Zootecnia*, 59, 1478–1484.
17. Musyrgalina, F. F. (2007). Sanitary and parasitological characteristics of environmental objects in the Republic of Bashkortostan. *Meditsinskaia Parazitologija i Parazitarnye Bolezni*, 2, 32–35.
18. Samofalova, N. A. (2004). Sanitary-and-parasitological characteristics of non-centralized water supply in the Kursk Region. *Meditsinskaia Parazitologija i Parazitarnye Bolezni*, 4, 50–53.
19. Sures, B., Nachev, M., Selbach, C., & Marcogliese, D. J. (2017). Parasite responses to pollution: what we know and where we go in 'Environmental Parasitology'. *Parasites & Vectors*, 10 (1), 65. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2001-3>
20. Kotelnikov, G. A. (1984). *Gelmintologicheskie issledovaniya zhivotnyh i okruzhayushej sredy*. Spravochnik. Moskva: Kolos [in Russian]
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]
22. Timoney, P. J. (2014). Infectious diseases and international movement of horses. *Equine Infectious Diseases*, 544–551.e1. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-0891-8.00063-4>

ORCID

S. Kovalenko  <https://orcid.org/0000-0002-5755-9724>



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

Diagnosis of cardiomyopathy in domestic dogs

S. Zarytskyi ✉

Article info

Correspondence Author

S. Zarytskyi

E-mail:

serhii.zarytskyi@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovorody Str., 1/3,
Poltava, 36003,
Ukraine**Citation:** Zarytskyi, S. (2023). Diagnosis of cardiomyopathy in domestic dogs. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 104–109. doi: 10.31210/spi2023.26.04.18

The article describes the methods of diagnosis and the results of the study of domestic dogs with cardiomyopathy. In addition to the generally accepted diagnostic methods, special attention was paid to special research methods, namely chest radiography and calculation of the cardiovertebral index, which is an indicator of heart size and echocardiography. These methods are non-invasive and allow for early diagnosis. Chest X-ray allows to visualize and evaluate the shape, size and contour of the heart, the presence of pulmonary edema, which are often signs of cardiovascular disease. Echocardiography allows us to examine the structure of the heart, ventricular walls, valves, and aorta, measure the size of the chambers and assess the ejection fraction and contractions, and identify arrhythmias. These are the two methods we chose to diagnose cardiomyopathy, but we should not forget about other additional diagnostic methods, such as electrocardiography and blood chemistry. The objects of our study were domestic dogs of the boxer, Doberman, Labrador retriever and German shepherd breeds. According to the literature, cardiomyopathy is most often recorded in these breeds due to breed predisposition. The breeds were divided into two groups: clinically healthy and experimental. The results of the cardiovertebral index calculation showed that in experimental animals of the Doberman and German Shepherd breeds, the index exceeded the index of clinically healthy animals by 22.8 % and 21.4 %, respectively. In boxers and Labrador retrievers, this figure was 20.1 and 18.1 % compared to clinically healthy animals. An increase in these indicators indicated myocardial dilation. The next step was to determine changes in the structure of the heart using echocardiography in M-mode. According to the results of echocardiography and indicators, it was found that domestic dogs of the Labrador Retriever and German Shepherd breeds of the experimental group had the most reliable values ($p < 0.001$) in all indicators compared to the clinically healthy group.

Keywords: cardiovascular disease, research, cardiology, X-ray, cardiovertebral index, echocardiography.

Діагностика кардіоміопатії у свійських собак

С. М. Зарицький

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

У статті наведені методи діагностики та результати дослідження свійських собак, хворих на кардіоміопатію. Окрім загально прийнятих методів діагностики особливу увагу було приділено спеціальним методам дослідження, а саме: рентгенографії грудної клітки та розрахуванню кардіовертебрального індексу, що є показником розміру серця і проведення ехокардіографії. Ці методи є неінвазивними та дають змогу поставити діагноз на ранніх стадіях. Рентгенографія грудної клітки дає змогу візуалізувати та оцінити форму, розмір та контур серця, наявність набряку легень, які часто є ознаками серцево-судинних захворювань. Ехокардіографія дає змогу дослідити структуру серця, стінки шлуночків, клапанів, аорти, виміряти розмір камер та оцінити фракцію викиду та скорочення і визначити аритмію. Саме ці два методи були обрані для діагностики кардіоміопатії, але не варто забувати про інші додаткові методи діагностики, такі як електрокардіографія та біохімічні показники крові. Об'єктами нашого дослідження були свійські собаки порід боксер, доberman, лабрадор ретривер та німецька вівчарка. Згідно з даними літератури саме у цих порід найчастіше, внаслідок породної схильності, реєструють кардіоміопатію. Породи були розподілені на дві групи: клінічно здорові та дослідні. За результатами обчислення кардіовертебрального індексу було встановлено, що у дослідних тварин порід доberman та німецької вівчарки індекс перевищував показники клінічно здорових тварин на 22,8 та 21,4 % відповідно. У боксерів та лабрадор ретриверів цей показник становив 20,1 та 18,1 % порівняно із клінічно здоровими тваринами. Збільшення таких показників свідчило про розширення міокарду. Наступним кроком було визначити зміни структури серця за допомогою ехокардіографії у М-режимі. За результатами проведення ехокардіографії та показників було встановлено, що у свійських собак породи лабрадор ретривер та німецька вівчарка дослідної групи були найбільш достовірні значення ($p < 0,001$) в усіх показниках порівняно із клінічно здоровою групою.

Ключові слова: хвороба серцево-судинної системи, дослідження, кардіологія, рентген, кардіовертебральний індекс, ехокардіографія.**Бібліографічний опис для цитування:** Зарицький С. М. Діагностика кардіоміопатії у свійських собак. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 104–109.

Вступ

Серцево-судинні захворювання є такими, що досить часто трапляються серед хвороб, пов'язаних із внутрішньою патологією дрібних тварин, та четвертою за поширеністю причиною раптової смерті свійських собак [1]. Серед найбільш розповсюджених серцевих захворювань виділяють кардіоміопатію [2, 1].

Кардіоміопатія – це група захворювань серця, яка характеризується ураженням міокарду. Ця патологія провокує порушення функції серця та спричиняє серцеву недостатність [3, 2]. Згідно з даними літературних джерел, кардіоміопатія може виникати в різних формах і класифікують її залежно від характеристик і типу ураження міокарду [4, 3].

Згідно з класифікацією за типом ураження міокарду розрізняють такі види кардіоміопатії: дилатаційну або розширену кардіоміопатію – стан, при якому реєструють дилатацію міокарду і порожнини серця, внаслідок чого порушується систола і знижується функція серця [5,6]. Гіпертрофічна кардіоміопатія характеризується збільшенням товщини міокарду лівого шлуночку серця (іноді правого), що призводить до зменшення об'єму крові, яка під час систоли викачується в організм, що в подальшому призводить до застійної серцевої недостатності [7, 6]. Рестрективна кардіоміопатія – рідкісний тип ураження міокарду, який характеризується зменшенням гнучкості м'язових стінок лівого та/або правого шлуночка серця, що призводить до порушення правильного розширення та наповнення кров'ю камер серця. В подальшому це провокує зменшення фракції викиду (кількості крові, яка викидається з камер серця під час кожної систоли), а також підвищує тиск у венозних судинах [8, 6].

Кожен із вищезазначених типів кардіоміопатії є потенційно небезпечною хворобою, яка може призвести до зниження якості життя тварини-компаньйона і навіть до його раптової смерті [9, 10]. Нині є різні методи діагностики кардіоміопатій, серед них – рентгенографія грудної клітини, визначення кардіовертебрального індексу та проведення ехокардіографії серця [11].

Незважаючи на появу ехокардіографії, рентген грудної клітки залишається важливою частиною діагностики та лікування захворювань серця у собак [12–14]. Зміни форми та розміру контуру серця, аномальний розмір і форма легеневих судин, а також наявність набряку легень на рентгенограмах грудної клітки часто є рентгенологічно діагностичними ознаками серцевих захворювань у свійських собак [15–17].

Одним із методів визначення кардіоміопатії на рентгеновському знімку грудної клітки є визначення кардіовертебрального індексу або хребцевої шкали серця (VHS). Вперше цей метод описали Buchanan, & Bucheler, 1995 [18]. У своєму дослідженні автори використовували рентгеновські знімки грудної клітини бічної проекції у 100 собак і виявили, що існує кореляція між розмірами серця та довжиною тіла незалежно від конфігурації грудної клітки [19–27].

Іншим методом неінвазивної діагностики кардіоміопатії є ехокардіографія [28]. Окрім ранньої діагностики цей метод дозволяє візуалізувати

структуру серця, побачити стінки лівого та правого шлуночків, клапани серця, аорту, легеневу артерію та інші складники. Це допомагає виявити будь-які аномалії чи ознаки змін у структурі; вимірюванні розмірів камер, що важливо для оцінки розширення чи стиснення шлуночків, яке може бути пов'язане з кардіоміопатією [29–31]; оцінка функції насоса: ехокардіографія дозволяє виміряти фракцію викиду (кількість крові, яка виходить з камери серця під час систоли), зниження цього показника може свідчити про серцеву недостатність, що є спільним симптомом кардіоміопатії [32–34]; визначення аритмій та їх вплив на функцію серця; оцінка кровопостачання серця: метод може додатково оцінити, як добре отримує серце кров і як це впливає на його функцію [35–37].

З огляду на все вищезазначене, можна зробити висновок, що кардіоміопатія, незважаючи на види ураження міокарду, може призвести до погіршення якості життя тварини і навіть до летальних випадків. Вчасна та комплексна діагностика серцевої патології особливо на ранніх стадіях відіграє важливу роль у визначенні схеми лікування задля покращення загального стану тварини.

Мета дослідження

Метою дослідження було визначити кардіовертебральний індекс та ехокардіографію серця як діагностичних критеріїв кардіоміопатії у собак.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі завдання: визначити кардіовертебральні та ехокардіографічні зміни за кардіоміопатії.

Матеріали і методи

Дослідження проводили в умовах клінік ветеринарної медицини м. Полтави впродовж 2021–2023 років. За цей період було обстежено 44 свійські собаки різного віку, статі та породи, яких розділили на дві групи: дослідна (n=22), з ознаками кардіоміопатії та контрольна – клінічно здорові тварини (n=22).

Обстеження тварин проводили за такою схемою – збір анамнезу, загальне клінічне дослідження та спеціальне, що включало рентгенографію грудної клітки та ехокардіографію у М-режимі.

Рентгенографію грудної клітки собак проводили на рентгенологічному апараті Philips MCD-105 (Німеччина) у правому положенні, лежачи, в момент повного видиху. Після отримання рентгеновського знімку визначали кардіовертебральний індекс за методикою Buchanan & Bucheler [18]: за допомогою електронного штангенциркуля Electronic digital calliper (Китай, похибка у вимірюванні становить $\pm 0,01$ мм) відміряли довгу вісь (LA), починаючи від вентральної межі головного стовбурового бронху до найвіддаленішого вентрального контуру верхівки серця; коротку вісь (SA) вимірювали в найширшій частині серця від краніальної до каудальної межі, перпендикулярно до найдовшої осі. Отримані довгу та коротку осі розмістили на грудні хребці, де початком виміру є краніальний край четвертого грудного хребця (T4), відстані оцінювались з точністю до 0,1 мм довжини тіла хребця.

Кількість хребців, які перетинали вісі, додавались між собою і таким чином вираховували кардіо-вертебральний індекс (v).

Ехокардіографію у М-режимі проводили на ультразвукографічному апараті Healisom HUC-570 (Китай), де візуалізували міжшлуночкову перегородку в систолу та діастолу, кінцевий систолічний та діастолічний об'єми, задню стінку лівого шлуночка, об'єм лівого передсердя, аорту, співвідношення лівого передсердя до аорти, фракції викиду та скорочення.

Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою персонального комп'ютера, стандартного пакету «Statistica» (Microsoft Excel 2019).

Обчислювали середнє арифметичне – М; середню похибку середнього значення – m. Визначали контрольний (початковий стан) і експериментальний показники, які базувалися на t-критерії Стюдента, а р<0,05 вважалося значущим значенням.

Результати та їх обговорення

За результатами проведеного розрахунку кардіовертебрального індексу (рис. 1) встановлено, що у свійських собак дослідної групи реєстрували збільшення індексу порівняно з такими тваринами клінічно здорової групи.

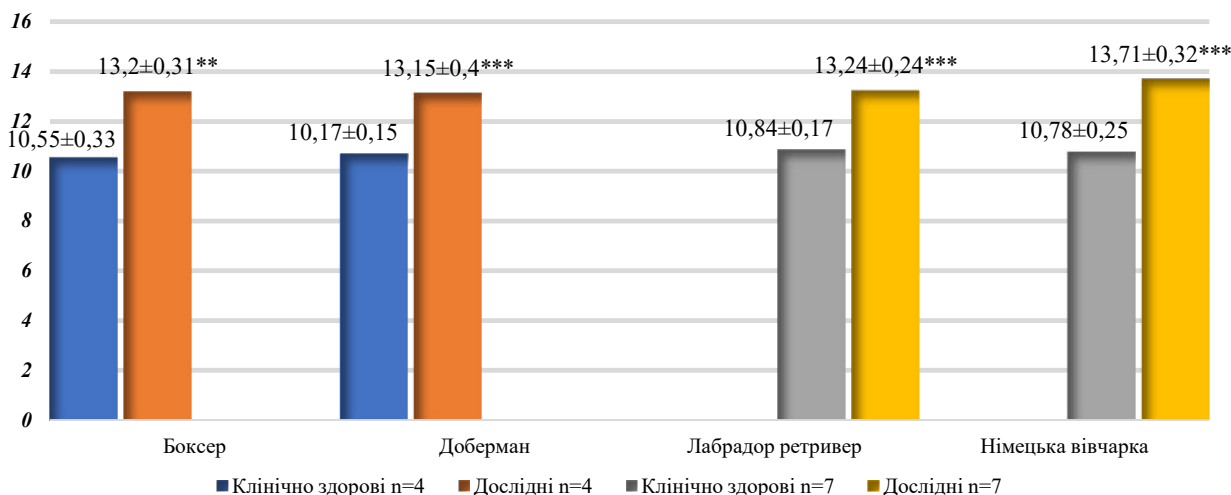


Рис. 1. Показники кардіовертебрального індексу досліджених собак, М±m
Примітки: **p < 0,01; ***p < 0,001 порівняно із клінічно здоровими собаками

Кардіовертебральний індекс свійських собак породи боксер у дослідній групі був на 20,1 % більше, ніж у клінічно здорових тварин, у яких цей показник мав значення 10,55±0,33 v. У тварин інших порід, зокрема добермана та лабрадора ретривера, кардіовертебральний індекс дослідної групи був на 22,8 та 18,1 % (p<0,001) вище за такі показники у клінічно здорових тварин. У собак породи німецька вівчарка кардіовертебральний індекс дослідної групи на 21,4 % (p<0,001) був вищим за показник дослідної групи цієї породи.

Збільшення показників кардіовертебрального індексу у дослідних групах вказувало на кардіомегалію внаслідок дилатації м'язової тканини лівого шлуночка серця.

Для підтвердження встановленого первинного діагнозу свійським собакам дослідної та контрольної груп провели ехокардіографію у М-режимі. Результати проведення ехокардіографії та змін її показників наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Зміни показників ехокардіографії у М-режимі за кардіопатії у собак, М±m

Показники та одиниці виміру	Боксери		Добермани		Лабрадор ретривер		Німецька вівчарка	
	клінічно здорові (n=4)	дослідні (n=4)	клінічно здорові (n=4)	дослідні (n=4)	клінічно здорові (n=7)	дослідні (n=7)	клінічно здорові (n=7)	дослідні (n=7)
IVSd, мм	10,02±1	5,92±0,25**	10,35±0,87	6,57±0,45**	12,1±0,4	6,0±0,13***	12,5±0,35	5,8±0,19***
IVSs, мм	12,72±0,6	9,22±0,25**	11,27±0,17	8,1±0,64**	14,01±0,55	8,67±0,32***	15,5±0,8	9,52±0,22***
ESV, мм	28,12±1,93	38,1±0,63**	33,62±1,71	41,1±0,61**	35,32±0,68	47,3±0,87***	36,95±0,8	50,4±1,15***
EDV, мм	40,62±1,37	51,35±1,81**	44,95±1,56	54,25±1,81**	45,3±0,8	58,4±0,98***	45,27±1,03	62,05±1,26***
LVPWs, мм	12,9±0,77	9,2±0,33**	12,7±0,42	9,4±0,19***	15,6±0,32	10,2±0,3***	14,2±0,36	9,7±0,41***
LVPWd, мм	8,17±0,31	6,07±0,24**	9,45±0,42	6,45±0,21***	11,82±0,42	5,97±0,12***	11,08±0,31	5,91±0,19***
LA, мм	25,9±0,94	31,42±0,74**	27,6±1,08	34,98±0,4***	30,22±1,08	35,95±0,32***	30,5±0,64	36,6±0,63***
Ao, мм	21,07±0,66	23,4±0,32*	20,5±0,27	24,2±0,61**	22,17±0,38	25,18±0,39***	22,41±0,27	25,95±0,63***
LA/Ao	1,35±0,04	1,47±0,04	1,22±0,04	1,32±0,04	1,31±0,05	1,65±0,03***	1,32±0,04	1,67±0,02***
EF, %	76,3±0,5	60,9±0,6***	78,3±1,3	57,9±0,8***	70,7±0,5	50,2±1,2***	73,9±1,1	46,0±2,2***
FS, %	33,75±1,6	21,05±0,5***	35,05±1,1	19,4±0,37***	37,01±0,98	20,48±0,57***	37,4±1,5	16,9±0,84***

Примітки: *p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001 порівняно із клінічно здоровими собаками.

Найбільш достовірні значення показників ехокардіографії відмічали в дослідній групі свійських собак породи лабрадор ретривер та німецька вівчарка, так розміри міжшлуночкової перегородки в діастолу (IVSd, мм) були меншими у 2 та 2,6 рази ($p < 0,001$) порівняно із клінічно здоровими тваринами. У собак породи боксер та доберман дослідної групи також спостерігали зменшення IVSd у 1,7 та 1,6 рази ($p < 0,01$) порівняно з такими тваринами контрольної групи.

Найбільш достовірні значення показників ехокардіографії відмічали в дослідній групі свійських собак породи лабрадор ретривер та німецька вівчарка, так розміри міжшлуночкової перегородки в діастолу (IVSd, мм) були меншими у 2 та 2,6 рази ($p < 0,001$) порівняно із клінічно здоровими тваринами. У собак породи боксер та доберман дослідної групи також спостерігали зменшення IVSd у 1,7 та 1,6 рази ($p < 0,01$) порівняно з такими тваринами контрольної групи.

Під час дослідження реєстрували зниження розміру міжшлуночкової перегородки в систолу (IVSs, мм) на 37,9 та 38,6 % у порід лабрадор ретривер та німецька вівчарка та на 27,5 і 28,1 % – боксер і доберман, відповідно, порівняно з клінічно здоровими тваринами.

Кінцевий систолічний об'єм (ESV, мм) у свійських собак породи лабрадор ретривер та німецька вівчарка і був вищим у 1,3 разу ($p < 0,001$) порівняно з клінічно здоровими тваринами.

Показник кінцевого діастолічного об'єму (EDV, мм) збільшився на 20,9 % у дослідній групі породи боксер, 17,1 % – доберман, 22,4 % – лабрадор ретривер, та на 27 % у дослідній групі собак породи німецька вівчарка порівняно з клінічно здоровими тваринами цих порід.

Стоншення задньої стінки лівого шлуночка в систолу (LVPWs, мм) з високою вірогідністю спостерігали в собак, зокрема породи доберман у 1,3 ($p < 0,001$), лабрадор ретривер – 1,5 ($p < 0,001$) та німецької вівчарки – 1,4 ($p < 0,001$) рази, а у собак породи боксер у 1,4 ($p < 0,01$) рази порівняно із клінічно здоровими тваринами.

Аналогічні показники реєстрували у разі за стоншення задньої стінки лівого шлуночка в діастолу (LVPWd, мм), у дослідних порід цей показник зменшився на 25,7 % у боксерів, 31,7 % – доберманів, 49,5 % – лабрадор ретриверів та 46,6 % у породи німецька вівчарка порівняно із клінічно здоровими тваринами.

Показники об'єму лівого передсердя (LA, мм) дослідної групи збільшились у 1,3 рази ($p < 0,001$) в собак породи доберман, 1,2 ($p < 0,001$) – лабрадор ретриверів та у 1,2 ($p < 0,001$) рази німецької вівчарки порівняно з контрольною групою.

Розмір поперечного розрізу аорти (Ao, мм) у дослідній групі собак породи лабрадор ретривер та німецька вівчарка був вищим на 11,9 та 13,6 % ($p < 0,001$) порівняно із клінічно здоровими тваринами. Внаслідок збільшення поперечного розрізу аорти співвідношення лівого передсердя до аорти (LA/Ao) мали зміни лише у дослідній групі собак породи лабрадор ретривер та німецької вівчарки ($p < 0,001$) порівняно з контрольною групою цих тварин.

Параметри фракції викиду (EF, %) та фракції скорочення (FS, %) у собак дослідної групи змінилися порівняно із клінічно здоровими тваринами, дилатації камер серця та зменшення товщини стінки м'язів шлуночків, спровокували зниження EF (20,2 % у боксерів, 26 – доберманів, 28,9 – лабрадор ретриверів та 37,5 % у німецьких вівчарок, порівняно із клінічно здоровими тваринами).

FS є найбільш інформативним показником роботи міокарда, при дослідженні у тварин дослідної групи цей показник знизився у 1,6 рази ($p < 0,001$) у боксерів, 1,8 ($p < 0,001$) – доберманів та лабрадор ретриверів, 2,2 рази ($p < 0,001$) – німецьких вівчарок.

Отримані результати дослідження, викладені в цій статті, узгоджуються з даними інших авторів. Shen L. та ін. (2022) і Gaar-Humphreys K. зі співавторами (2022) зазначали, що такі породи свійських собак як боксер, доберман, лабрадор ретривер та німецька вівчарка частіше хворіють на кардіоміопатію внаслідок породної схильності [2, 4], саме тому ми обрали ці породи для діагностики.

Під час дослідження (ехокардіограма) собак з кардіоміопатією Vonagura J. зі співавторами (2022) виявили систолічну дисфункцію лівого шлуночка, яка характеризувалась прогресуючою дилатацією камер, змінним збільшенням лівого передсердя та правої камери серця, розширенням лівого шлуночка, що спровокувало збільшення кінцевого діастолічного об'єму [21]. У наших дослідженнях зареєстровано збільшення об'єму лівого передсердя та кінцевого систолічного об'єму у всіх тварин дослідної групи.

Serbu M. зі співавторами (2023) зауважили, що обов'язковими умовами для підтвердження діагнозу кардіоміопатії є стоншення та розширення лівого шлуночка серця та зниження систолічної функції [33].

Параметри проведення рентгенографії грудної клітки є важливим компонентом у разі визначення кардіовертебрального індексу. Vodh та ін. (2016) дійшли висновку, що отримати достовірні результати кардіовертебрального індексу у лабрадорів, можна лише якщо рентгенографія виконана у правому лежачому положенні [23]. Науковці Індійського ветеринарного науково-дослідного інституту отримали такі ж результати кардіовертебрального індексу та ехокардіографії серця при кардіоміопатії у собак [36], зокрема у дослідних тварин реєстрували збільшення кардіовертебрального індексу, кінцевого систолічного та діастолічного об'єму, стоншення міжшлуночкової перегородки, зниження фракції викиду та скорочення.

Висновки

Кардіовертебральний індекс у собак породи боксер, доберман, лабрадор ретривер та німецька вівчарка на 20–22 % більший порівняно з клінічно здоровими тваринами, що вказує на дилатацію м'язової тканини лівого шлуночка та розвиток кардіомегалії.

У тварин дослідної групи реєстрували зміни ехокардіографічних показників, зокрема у порід лабрадор ретривер та німецька вівчарка ($p < 0,001$): зниження розміру міжшлуночкової перегородки

в діастолу (на 50,4 та 53,6 %); міжшлуночкової перегородки в систолу (на 37,9 та 38,6 %); підвищення кінцевого систолічного об'єму на $47,3 \pm 0,87$ мм ($p < 0,001$), і $50,4 \pm 1,15$ мм ($p < 0,001$) порівняно із клінічно здоровими тваринами.

Отже, ехокардіографія залишається основним та найінформативнішим методом спеціальної діагностики кардіоміопатії у свійських собак.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні біохімічних змін у крові та електрокардіографічних змін за наявності кардіоміопатії у свійського собаки.

Конфлікт інтересів

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

References

- Roth, G. A., Mensah, G. A., & Fuster, V. (2020). The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risks. *Journal of the American College of Cardiology*, 76 (25), 2980–2981. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.021>
- Shen, L., Estrada, A. H., Meurs, K. M., Sleeper, M., Vulpe, C., Martyniuk, C. J., & Pacak, C. A. (2022). A review of the underlying genetics and emerging therapies for canine cardiomyopathies. *Journal of Veterinary Cardiology*, 40, 2–14. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2021.05.003>
- Brambilla, P. G., Polli, M., Pradelli, D., Papa, M., Rizzi, R., Bagardi, M., & Bussadori, C. (2020). Epidemiological study of congenital heart diseases in dogs: Prevalence, popularity, and volatility throughout twenty years of clinical practice. *PLOS ONE*, 15 (7), e0230160. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230160>
- Gaar-Humphreys, K. R., Spanjersberg, T. C. F., Santarelli, G., Grinwis, G. C. M., Szatmári, V., Roelen, B. A. J., Vink, A., van Tintelen, J. P., Asselbergs, F. W., Fieten, H., Harakalova, M., & van Steenbeek, F. G. (2022). Genetic basis of dilated cardiomyopathy in dogs and its potential as a bidirectional model. *Animals*, 12 (13), 1679. <https://doi.org/10.3390/ani12131679>
- Zarytskyi, S. M., & Lokes-Krupka, T. P. (2023). Poridna skhylnist sviyskykh sobak do rozytyku kardiopatiyi za umov ozhyrinnya u Poltavi. *Aktual'ni pyttannya veterynarnoyi medytsyny: realiyi ta perspektyvy: zbirnyk tez dopovidey vseukr. nauk.-prakt. konf. naukovtsiv, vykladachiv ta aspirantiv*. Kharkiv: DBTU [in Ukrainian]
- Zarytskyi, S., & Lokes-Krupka, T. (2022). Cardiopathy in a domestic dog on the background of obesity (literature review). *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 137–143. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.18>
- Schober, K. E., Fox, P. R., Abbott, J., Côté, E., Luis-Fuentes, V., Matos, J. N., Stern, J. A., Visser, L., Scollan, K. F., Chetboul, V., Schroppe, D., Glaus, T., Santilli, R., Pariaut, R., Stepien, R., Arqued-Soubeyran, V., Baron Toaldo, M., Estrada, A., MacDonald, K., Karlin, E. T., & Rush, J. (2022). Retrospective evaluation of hypertrophic cardiomyopathy in 68 dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 36 (3), 865–876. <https://doi.org/10.1111/jvim.16402>
- Fox, P. R. (2004). Endomyocardial fibrosis and restrictive cardiomyopathy: pathologic and clinical features. *Journal of Veterinary Cardiology*, 6 (1), 25–31. [https://doi.org/10.1016/s1760-2734\(06\)70061-3](https://doi.org/10.1016/s1760-2734(06)70061-3)
- Wess, G., Domenech, O., Dukes-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>
- Lewis, T. W., Wiles, B. M., Llewellyn-Zaidi, A. M., Evans, K. M., & O'Neill, D. G. (2018). Longevity and mortality in Kennel Club registered dog breeds in the UK in 2014. *Canine Genetics and Epidemiology*, 5 (1). <https://doi.org/10.1186/s40575-018-0066-8>
- Pérez, J. M., Alessi, C., & Grzech-Wojciechowska, M. (2020). Diagnostic methods for the canine idiopathic dilated cardiomyopathy: A narrative evidence-based rapid review. *Research in Veterinary Science*, 128, 205–216. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.12.001>
- Santos, A., Fernández-Friera, L., Villalba, M., López-Melgar, B., España, S., Mateo, J., Mota, R. A., Jiménez-Borreguero, J., & Ruiz-Cabello, J. (2015). Cardiovascular imaging: what have we learned from animal models? *Frontiers in Pharmacology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fphar.2015.00227>
- Japp, A. G., Gulati, A., Cook, S. A., Cowie, M. R., & Prasad, S. K. (2016). The diagnosis and evaluation of dilated cardiomyopathy. *Journal of the American College of Cardiology*, 67 (25), 2996–3010. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.03.590>
- Duler, L., LeBlanc, N. L., Cooley, S., Nemanic, S., & Scollan, K. F. (2018). Interreader agreement of radiographic left atrial enlargement in dogs and comparison to echocardiographic left atrial assessment. *Journal of Veterinary Cardiology*, 20 (5), 319–329. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.07.004>
- Duler, L., Visser, L. C., Jackson, K. N., Phillips, K. L., Pollard, R. E., & Wanamaker, M. W. (2021). Evaluation of radiographic predictors of left heart enlargement in dogs with known or suspected cardiovascular disease. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 62(3), 271–281. <https://doi.org/10.1111/vru.12949>
- Bagardi, M., Locatelli, C., Manfredi, M., Bassi, J., Spediacci, C., Ghilardi, S., Zani, D. D., & Brambilla, P. G. (2021). Breed-specific vertebral heart score, vertebral left atrial size, and radiographic left atrial dimension in Cavalier King Charles Spaniels: Reference interval study. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 63(2), 156–163. <https://doi.org/10.1111/vru.13036>
- Marbella Fernández, D., García, V., Santana, A. J., & Montoya-Alonso, J. A. (2023). The thoracic inlet heart size, a new approach to radiographic cardiac measurement. *Animals*, 13 (3), 389. <https://doi.org/10.3390/ani13030389>
- Buchanan, J. W., & Bücheler, J. (1995). Vertebral scale system to measure canine heart size in radiographs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 206 (2), 194–199.
- Parmar, S. M., Patel, M. D., Jhala, S. K., Suthar, D. N., Vala, J. A., Mehta, S. A., & Mavadiya, S. V. (2022). Diagnostic Use of Vertebral Heart Score for Dilated Cardiomyopathy in Dogs. *Indian Journal of Veterinary Sciences & Biotechnology*, 18 (2), 126–128.
- Zarytskyi, S. M., & Kanivets, N. S. (2023). Vykorystannya kardiovertebral'noho indeksu za diahnozyky kardiomiopatiyi u sviys'koho sobaky. *Suchasni aspekty likuvannya i profilaktyky khvorob tvaryn: materialy VII Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi Internet-konferentsiyi, prysvyachenoyi 65- richchyu z dnya narodzhennya profesora P. I. Lokesa*. Poltava [in Ukrainian]
- Bonagura, J. D., & Visser, L. C. (2022). Echocardiographic assessment of dilated cardiomyopathy in dogs. *Journal of Veterinary Cardiology*, 40, 15–50. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2021.08.004>
- Flores Dueñas, C. A., Gaxiola Camacho, S. M., Montaño Gómez, M. F., Villa Angulo, R., Enríquez Verdugo, I., Rentería Evangelista, T., Pérez Corrales, J. A., & Rodríguez Gaxiola, M. Á. (2021). Canine thoracic radiographic images as an educational dataset for distance learning and research on vertebral heart score. *Data in Brief*, 36, 107040. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107040>
- Bodh, D., Hoque, M., Saxena, A. C., Gugjoo, M. B., Bist, D., & Chaudhary, J. K. (2016). Vertebral scale system to measure heart size in thoracic radiographs of Indian Spitz, Labrador retriever and Mongrel dogs. *Veterinary World*, 9 (4), 371–376. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.371-376>
- Huguet, E. E., Vilaplana Grosso, F., Lamb, W. R., Sleeper, M. M., Mattoon, J., Nelson, N., Brown, J., Deddens, B., Heng, H. G., Knapp, S., Levesque, M., Rivas, R., Colee, J. C., & Berry, C. R. (2021). Interpretation of cardiac chamber size on canine thoracic radiographs is limited and may result in the false identification of right-sided cardiomegaly in the presence of severe left-sided cardiomegaly. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 62 (6), 637–646. <https://doi.org/10.1111/vru.13006>
- Sánchez, X., Prandi, D., Badiella, L., Vázquez, A., Llabrés-Díaz, F., Bussadori, C., & Domènech, O. (2012). A new method of computing the vertebral heart score by means of direct standardisation. *Journal of Small Animal Practice*, 53 (11), 641–645. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2012.01288.x>

26. Jeong, Y., & Sung, J. (2022). An automated deep learning method and novel cardiac index to detect canine cardiomegaly from simple radiography. *Scientific Reports*, 12 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18822-4>
27. Mostafa, A. A., & Berry, C. R. (2017). Radiographic assessment of the cardiac silhouette in clinically normal large- and small-breed dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 78 (2), 168–177. <https://doi.org/10.2460/ajvr.78.2.168>
28. Cunningham, S. M., Aona, B. D., Antoon, K., Rush, J. E., & Barton, B. A. (2018). Echocardiographic assessment of right ventricular systolic function in Boxers with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Cardiology*, 20 (5), 343–353. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.07.005>
29. Esser, L. C., Borkovec, M., Bauer, A., Häggström, J., & Wess, G. (2020). Left ventricular M-mode prediction intervals in 7651 dogs: Population-wide and selected breed-specific values. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 34(6), 2242–2252. <https://doi.org/10.1111/jvim.15914>
30. Klæboe, L. G., & Edvardsen, T. (2018). Echocardiographic assessment of left ventricular systolic function. *Journal of Echocardiography*, 17 (1), 10–16. <https://doi.org/10.1007/s12574-018-0405-5>
31. Rishniw, M., Corda, A., Spina, F., & Caivano, D. (2021). Two-dimensional echocardiographic measures of left ventricular dimensions agree with M-mode measurements in dogs. *Journal of Veterinary Cardiology*, 33, 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2020.12.001>
32. Bourguignon, C., Caivano, D., Dickson, D., Vatne, L., Harris, J., Rishniw, M., & Pariaut, R. (2021). Two-dimensional echocardiographic estimates of left ventricular volumes obtained in different views in dogs provide similar measurements but are not interchangeable. *Journal of Veterinary Cardiology*, 33, 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2020.10.003>
33. Cerbu, M., Cerbu, C., & Papuc, I. (2023). M-mode echocardiography in canine veterinary practice: a comprehensive review of left ventricular measurements in 44 different dog breeds. *Animals*, 13 (18), 2986. <https://doi.org/10.3390/ani13182986>
34. Visser, L. C., Ciccozzi, M. M., Sintov, D. J., & Sharpe, A. N. (2019). Echocardiographic quantitation of left heart size and function in 122 healthy dogs: A prospective study proposing reference intervals and assessing repeatability. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33 (5), 1909–1920. <https://doi.org/10.1111/jvim.15562>
35. Höllmer, M., Willesen, J. L., Tolver, A., & Koch, J. (2016). Comparison of four echocardiographic methods to determine left atrial size in dogs. *Journal of Veterinary Cardiology*, 18 (2), 137–145. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2016.02.001>
36. Gugjoo M. B., Hoque, M., Saxena A. C., & Zama, M. M. S. (2013). Radiographic, electrocardiographic and echocardiographic features of dilatation cardiomyopathy in dogs. *The Indian Veterinary Journal*, 90 (18), 19–22.

ORCID

S. Zarytskyi  <https://orcid.org/0000-0001-9186-6122>



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

Effect of feed additive "EnzActive Mix" on hematological and biochemical profiles of young piglets

T. Prudyus✉

Article info

Correspondence Author
T. Prudyus
E-mail:
tarasvet126@gmail.comInstitute of animal biology
NAAS,
V. Stusa Str., 38, Lviv,
79034, Ukraine**Citation:** Prudyus, T. (2023). Effect of feed additive "EnzActive Mix" on hematological and biochemical profiles of young piglets. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 110–114. doi: 10.31210/spi2023.26.04.19

To determine the effect of the "EnzActive Mix" feed additive, two groups of piglets were formed at the pig farm of "Barkom" LLC on the principle of analogues: control (n=116) and experimental (n=114). The animals were kept in the same box under the same conditions. Piglets were fed pre-starter feed in bulk form from the 5th day of life. For the experimental group, the feed additive "EnzActive Mix" ("Enzyme" LLC, Ukraine) was additionally introduced into the feed in the amount of 0.5 kg/t of finished feed. The duration of the experiment was 28 days from birth to weaning. The material for the study was the blood of animals from the control and experimental groups, which was taken from the cranial vena cava of suckling piglets on the 5th, 14th and 28th day. The blood was analyzed for hematological and biochemical parameters. The results of biochemical studies of the blood of experimental piglets obtained from sows fed with the feed additive "EnzActive Mix" indicated a significant increase in the albumin content by 47.61 % (p<0.01) on day 28 of life compared to animals in the control group. The animals of the experimental group showed more significant changes, in particular, the potassium content in the blood of piglets of 14 days of age was significantly higher by 16.50 % (p<0.05) than that of the control group. The level of inorganic phosphorus in the experimental group slightly decreased on the 14th day of piglet life, but compared to the control group it was slightly higher. According to the results of hematological studies in the blood of piglets of the experimental group, the total number of red blood cells was 6.1 % higher on day 28th of life than in the control group. Similar changes were detected in the hemoglobin content in the blood and the hemoglobin content in the erythrocyte during the entire suckling period. In the blood of piglets of 28 days of age, there was a tendency to increase these indicators by 10.33 % compared to the control group of animals. The studies have shown that the total number of leukocytes in the blood of piglets of the experimental group during the entire suckling period was characterized by a gradual increase. In addition, in piglets of 5 days of age, the number of leukocytes was significantly higher by 46.74 % (p<0.05), and an increase was observed on the 14th and 28th day by 35.81 % and 6.82 %, respectively. An increase in the live weight of piglets in the experimental group from birth to the fifth day after birth by 7.77 % was found compared to the control group. The statistically significant increase in live weight of piglets in the experimental group on the 14th day was 13.72 % (p<0.05), and on the 28th day of life 8.40 % (p<0.01), respectively. The average daily weight gain of the control and experimental groups during the study period was 210 g and 230 g, respectively, which is statistically significant by 9.53 % (p<0.01). The piglets of the experimental group consumed 1.89 % more pre-starter feed than the control group.

Keywords: piglets, feed additive, "EnzActive Mix", hematological and biochemical parameters.

Вплив кормової добавки «ЕнзАктив Мікс» на гематологічний та біохімічний профілі поросят раннього віку

Т. Я. Прудіус

Інститут біології тварин
НААН,
м. Львів, Україна

Для визначення впливу кормової добавки «ЕнзАктив Мікс» на свиноматках ТОВ «Барком» за принципом аналогів було сформовано дві групи поросят: контрольну (n=116) та дослідну (n=114). Тварини утримувались в одному боксі, в однакових умовах. Поросятам з 5-ї доби життя згодовували престаартерний комбікорм у розсипному вигляді. Для дослідної групи у комбікорм додатково вводили кормову добавку «ЕнзАктив Мікс» (ТОВ «Ензим», Україна) у кількості 0,5 кг/т готового корму. Тривалість дослідження – 28 днів від народження і до відлучення. Матеріалом для дослідження була кров тварин від контрольної та дослідної груп, яку відбирали з краніальної порожнистої вени поросят-сисунів на 5-ту, 14-ту та 28-му добу. Кров досліджували на гематологічні та біохімічні показники. Результати біохімічних досліджень крові дослідних поросят, отриманих від свиноматок, яких годували кормовою добавкою «ЕнзАктив Мікс», вказували на вірогідне збільшення на 28-й добі життя вмісту альбумінів на 47,61 % (p<0,01) порівняно із тваринами контрольної групи. У тварин дослідної групи відзначені суттєвіші зміни, зокрема у крові поросят 14-добового віку вміст калію був вірогідно більшим на 16,50 % (p<0,05), ніж значення у тварин контрольної групи. Рівень неорганічного фосфору у дослідній групі дещо знижувався на 14-ту добу життя поросят, але порівняно з контрольною групою він мав дещо вищий рівень. За результатами гематологічних досліджень у крові поросят дослідної групи загальна кількість еритроцитів була більшою на 28-му добу життя на 6,1 %, ніж у тварин контрольної групи. Аналогічні зміни виявлено щодо вмісту гемоглобіну у крові та вмісту гемоглобіну в еритроциті упродовж усього підсисного періоду. У крові поросят 28-ми добового віку спостерігали тенденцію до збільшення цих показників на 10,33 % порівняно з контрольною групою тварин. Проведені дослідження показали, що загальна кількість лейкоцитів у крові поросят дослідної групи впродовж усього підсисного періоду характеризувалася поетапним збільшенням. Окрім цього, у поросят 5-ти добового віку кількість лейкоцитів була вірогідно більшою на 46,74 % (p<0,05), також зростання спостерігали на 14-ту та 28-му добу на 35,81 % та 6,82 % відповідно. Виявлено зростання живої маси поросят у дослідній групі від народження і до п'ятої доби після народження на 7,77 % відносно контрольної. Вірогідно статистичне зростання живої маси поросят у дослідній групі на 14-ту добу становило 13,72 % (p<0,05), а на 28-му добу життя 8,40 % (p<0,01) відповідно. Середньодобові прирости контрольних та дослідних груп за період дослідження спостерігали на рівні 210 г та 230 г відповідно, що є статистично вірогідним на 9,53 % (p<0,01). Поросята дослідної групи спожили престаартерного корму на 1,89 % більше відносно контрольної групи.

Ключові слова: поросята, кормова добавка, «ЕнзАктив Мікс», гематологічні й біохімічні показники**Бібліографічний опис для цитування:** Прудіус Т. Я. Вплив кормової добавки «Ензактив Мікс» на гематологічний та біохімічний профілі поросят раннього віку. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 110–114.

Вступ

На зростання обсягів продукції свинарства та збільшення її продуктивності основною ланкою є отримання та збереження молодняку свиней, оскільки збереженість є найскладнішим процесом. На це впливає низка факторів, таких як умови утримання, годівля свиноматок протягом поросності, імунний статус свиноматок, кількість опоросів [1–3].

За даними вчених та практиків, найбільші втрати поросят спостерігаються від моменту народження і до відлучення їх від свиноматки. Найвищий показник смертності поросят встановлено упродовж перших п'яти діб після народження, що зумовлено недостатньо випитим молозивом у першу добу життя, проявами проносів, задушення поросят свиноматками, холодом, проявами анемії [4–7].

Ріст та розвиток поросят раннього віку значно випереджає розвиток еритроцитопоезу. В цей період еритроцити недостатньо продукуються та синтезують гемоглобін. Гальмування еритроцитопоезу в печінці та селезінці призводить до активації перебудови еритропоетичної здатності кісткового мозку, що в подальшому негативно відображається на імунній системі та на транспортній функції кисню [8–10].

На ріст та розвиток поросят раннього віку впливає відсутність власного активного імунітету та недорозвиненість шлунково-кишкового тракту, що призводить до поганого засвоєння поживних речовин. Зважаючи на це, задля зниження дії стресу під час відлучення актуальним є застосування екологічно чистих та високоєфективних препаратів природного походження. Це особливо є актуально в найбільш критичні періоди розвитку новонароджених тварин [11–13].

Мета дослідження

Вивчити вплив кормової добавки «ЕнзАктив Мікс» на гематологічні, біохімічні показники крові поросят раннього віку в умовах сучасного свинокомплексу.

Матеріали і методи

Дослідження проведено на свинокомплексі ТОВ «Барком» с. Дубляни Самбірського району Львівської області. Об'єктом дослідження слугували клінічно здорові поросята раннього віку, народжені від свиноматок генетики РІС породи велика біла, що мали 2–3 опороси по 8 тварин у кожній – контрольна та дослідна. Тварини утримувались в одному боксі, в однакових умовах. Контрольна група отримувала стандартний раціон, збалансований за біологічно активними речовинами. Дослідна група отримувала стандартний раціон аналогічно контрольній, але до раціону було введено додатково кормову добавку «ЕнзАктив Мікс» у кількості 0,3 кг/т готового корму. Дослід розпочато на 85-ту добу поросності, де добова норма кількості корму для свиноматок становила 3,5 кг. За 5 діб до опоросу свиноматок перевели в пологове відділення, де відповідно їм почали згодовувати комбікорм для лактуючих свиноматок,

дослідній групі продовжували застосовувати вказану кормову добавку. Згодовування комбікорму лактуючим свиноматкам відбувалося за такою схемою: 1-ша доба – 1 кг, 2-га доба – 2 кг, 3-тя доба – 3,5 кг, збільшення кількості корму тривало до 14-ої доби лактації і становило в середньому 7 кг/ свиноматку/добу.

Поросята, народжені від свиноматок контрольної та дослідної груп, автоматично вважалися поросятами контрольної та дослідної груп. Поросяткам обох груп, починаючи з 5-ї доби життя згодовували престаартерний комбікорм у розсипному вигляді. Поросяткам дослідної групи до комбікорму додатково вводили кормову добавку «ЕнзАктив Мікс» (ТОВ «Ензим», Україна) у кількості 0,5 кг/т готового корму. Престаартерний комбікорм як контрольний, так і дослідній групам задавали в годівниці для поросят у невеликій кількості і по мірі поїдання його поросятками додавали додатково. Щоранку залишки корму висипали свиноматкам, годівниці мили та протирали насухо. В чисті годівниці задавали свіжий корм.

«ЕнзАктив Мікс» – нова кормова добавка з ефективною формулою поєднання пробіотичної і ферментативної дії. Містить унікальну комбінацію живих дріжджів роду *Saccharomyces cerevisiae* та комплексу 6 ензимів (протеаза, целюлаза, ксилалаза, γ -амілаза, β -глюканаза, фітаза). Біологічно активні речовини виконують роль каталізаторів обмінних процесів в організмі свиней, збільшуючи коефіцієнти перетравлення та засвоєння поживних речовин корму, підвищуючи продуктивність і збереженість тварин [14–17].

У процесі вирощування поросят-сисунів як у контрольній, так і в дослідній групах вели облік показників росту та розвитку на 5-ту, 14-ту та 28-му доби, визначаючи приріст живої маси, середньодобові прирости, наявність проносів, смертність. У кінці досліду, а саме на 28-му добу, було визначено живу масу поросят-сисунів, середньодобові прирости, а також споживання престаартерних кормів.

У контрольних та дослідних групах поросят-сисунів у 5-ти, 14-ти та 28-ми добовому віці було відібрано кров з яремної вени для проведення гематологічних, біохімічних та імунологічних досліджень.

Схема проведення досліджень наведена у таблиці 1.

Таблиця 1
Схема досліду

Групи	Кількість тварин, гол.	Характер годівлі
Контрольна	116	Основний раціон (*ОР)
Дослідна	114	ОР+ 0,5 кг / т «ЕнзАктив Мікс»

Примітка: *ОР – основний раціон.

Матеріалом для дослідження була кров тварин від контрольної та дослідної групи, яку відбирали з краніальної порожнистої вени поросят-сисунів на 5-ту, 14-ту та 28-му добу досліду.

У сироватці крові поросят дослідної і контрольної груп визначали вміст альбумінів, кальцію, фосфору, рівень тригліцеридів та холестерину.

Для визначення морфологічного складу крові дослідної та контрольної груп поросят було обрано показники, що характеризують: вміст гемоглобіну, еритроцитів, лейкоцитів, гематокриту, середній об'єм еритроцита та вміст гемоглобіну в еритроциті.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL» шляхом визначення середнього арифметичного (M), його похибки (m), стандартного відхилення (SD) та рівня вірогідності (p) з використанням таблиці t-критеріїв Стюдента.

Результати та їх обговорення

Результати проведених досліджень свідчать про позитивний вплив згодовування кормової добавки поросят раннього віку. Зокрема, за час проведення дослідження відмічене зростання живої маси поросят у дослідній групі від народження і до п'ятої доби після народження на 7,77 % відносно контрольної. Вірогідно статистичне зростання живої маси поросят у дослідній групі на 14-ту добу становило 13,72 % ($p < 0,05$), а на 28 добу життя 8,40 % ($p < 0,01$) відповідно.

Таблиця 2

Біохімічні показники крові поросят-сисунів при застосуванні кормової добавки «ЕнзАктив Мікс» ($M \pm m$, $n=5$)

Показники	Групи	Доба життя		
		5	14	28
Альбуміни, г/л	К	25,02±2,35	23,46±2,08	19,24±1,49
	Д	29,6±1,97	26,28±1,81	28,4±2,15**
Кальцій, ммоль/л	К	2,12±0,23	2,3±0,13	2,7±0,15
	Д	2,36±0,09	2,68±0,02*	2,96±0,13
Фосфор, ммоль/л	К	3,32±0,14	2,36±0,08	3,78±0,30
	Д	3,62±0,38	2,54±0,08	3,88±0,25
Тригліцериди, ммоль/л	К	1,41±0,16	1,61±0,15	1,34±0,05
	Д	1,31±0,30	1,61±0,15	1,39±0,12
Холестерин, ммоль/л	К	2,18±0,12	3,90±0,30	2,90±0,22
	Д	2,23±0,17	3,62±0,25	2,46±0,20

Примітки: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ порівняно з показниками у контрольній групі.

Варто зауважити, що вказані зміни свідчать про позитивний вплив досліджуваної кормової добавки на протеїнсинтезувальну функцію печінки поросят дослідної групи, а також посилення обмінних процесів в організмі.

У сироватці крові поросят-сисунів обох груп виявлено поступове збільшення вмісту Калію упродовж усього дослідного періоду. Проте у тварин дослідної групи відзначені суттєвіші зміни, зокрема у крові поросят 14-ти добового віку вміст Калію був вірогідно більшим на 16,50 % ($p < 0,05$), ніж значення у тварин контрольної групи. Рівень неорганічного Фосфору в дослідній групі дещо знижувався на 14-ту добу життя поросят, але порівняно із контрольною групою він мав дещо вищий рівень. Низький рівень Фосфору в контрольній групі може свідчити про аліментарну остеодистрофію, що часто спостерігається у поросят цього віку.

Інтенсивність перебігу процесів обміну речовин у тварин впливає на морфобіохімічні показники крові, склад якої залежить від загального стану організму. Гемоглобін, який міститься тільки в еритроцитах, транспортує кисень з легень

Середньодобові прирости контрольних та дослідних груп за період дослідження спостерігали на рівні 210 г та 230 г відповідно, що є статистично вірогідним на 9,53 % ($p < 0,01$).

Варто зазначити, що поросята дослідної групи спожили престартерного корму на 1,89 % більше відносно контрольної групи. Більше споживання корму поросятами в ранньому віці свідчить про здоровий кишечник та зростання засвоєння поживних речовин, про що підтверджують середньодобові прирости та маса тіла в дослідній групі.

Окрім позитивних зрушень з боку продуктивності в поросят дослідної групи раннього віку також зафіксовано і зміни в біохімічних та гематологічних показниках крові (табл. 2 і 3).

Результати біохімічних досліджень крові дослідних поросят, отриманих від свиноматок, яких годували кормовою добавкою «ЕнзАктив Мікс», вказують на збільшення кількості альбумінів у дослідній групі на 5-ту добу життя на 18,3%, на 14-ту добу – на 12% порівняно з контрольною групою. Відмічено вірогідне збільшення альбумінів на 47,61 % ($p < 0,01$) у крові поросят дослідної групи порівняно з тваринами контрольної групи (табл. 2).

до клітин інших органів. Вміст гемоглобіну та еритроцитів у крові має дуже велике значення для нормальної життєдіяльності всіх клітин і органів, оскільки при його нестачі клітини організму не отримують необхідної кількості кисню, в результаті чого порушуються обмін речовин і функції організму [18].

За результатами гематологічних досліджень у крові поросят дослідної групи, загальна кількість еритроцитів була більшою на 28-му добу життя на 6,1 %, ніж у тварин контрольної групи, проте різниці були невірогідні (табл. 3).

Аналогічні зміни встановлені щодо вмісту гемоглобіну у крові та вмісту гемоглобіну в еритроциті упродовж усього підсисного періоду. У крові поросят 28-ми добового віку відзначено тенденцію до збільшення цих показників на 10,33 % порівняно з контрольною групою тварин. Підвищення рівня гемоглобіну знижує ризик анемії, а також впливає на активацію синтезуючих процесів у червоному кістковому мозку, при якому на таких ранніх стадіях розвитку відбувається утворення білків.

Таблиця 3

Гематологічні показники крові поросят-сисунів за умови застосування кормової добавки «ЕнзАктив Мікс» (M±m, n=5)

Показники	Групи	Доба життя		
		5	14	28
Еритроцити (RBC), Т/л	К	3,95±0,61	5,21±0,30	5,11±0,59
	Д	4,21±0,67	5,33±0,24	5,42±0,42
Гемоглобін (HGB), г/л	К	82,20±7,88	99,00±3,86	96,80±5,15
	Д	88,80±6,98	102,60±5,32	106,40±3,56
Лейкоцити (WBC), Г/л	К	9,20±1,04	8,10±0,68	13,20±1,09
	Д	13,50±1,30*	11,00±1,25	14,10±1,13
Гематокрит (HCT),%	К	36,40±1,42	39,40±1,37	37,10±2,92
	Д	38,90±1,70	40,2±2,45	42,00±1,93
Середній об'єм еритроцита (MCV)	К	73,90±1,36	75,00±1,54	80,90±1,46
	Д	76,80±1,47	79,10±2,08	85,00±2,91
Вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH)	К	17,50±1,26	20,00±0,84	18,60±0,27
	Д	19,70±0,59	20,30±1,10	20,40±0,80

Примітки: *p < 0,05 порівняно з показниками у контрольній групі.

Отримані результати свідчать про стимулюючий вплив досліджуваної кормової добавки на синтез гемоглобіну та киснево-транспортну функцію крові поросят-сисунів.

Проведені дослідження показали, що загальна кількість лейкоцитів у крові поросят дослідної групи впродовж усього підсисного періоду характеризувався поетапним збільшенням. Окрім цього, у поросят 5-ти добового віку кількість лейкоцитів була вірогідно більшою на 46,74 % (p<0,05), також зростання відмічено на 14-ту та 28-му добу на 35,81% та 6,82% відповідно. Зростання кількості лейкоцитів зумовлена наслідком стимуляції неспецифічної резистентності поросят [19], що є головним на ранньому етапі онтогенезу.

Збереженість поросят, ріст та розвиток є основними критеріями, за якими визначають ефективність вирощування тварин. Водночас в організмі поросят, а особливо у крові, відбувається низка змін, які показують роботу організму [20].

Ці зміни варто розцінювати як адаптивний процес, спрямований на компенсацію дефіциту клітинних і гуморальних факторів захисту [21–23].

Висновки

1. Додавання 0,5 кг/т корму кормової добавки «ЕнзАктив Мікс» сприяє підвищенню живої маси поросят від народження і до моменту відлучення на 9,53 %.

2. Згодовування кормової добавки «ЕнзАктив Мікс» сприяло підвищення рівня гемоглобіну на 9,5 % та вміст гемоглобіну в еритроциті на 9,68 % в дослідній групі на момент відлучення поросят

3. У поросят дослідної групи на 5-ту добу життя рівень лейкоцитів був вірогідно більшим на 46,74 % (p<0,05), 28-му добу на 35,81 % та 6,82 % по відношенню до контрольної групи.

4. Кормова добавка «ЕнзАктив Мікс» при застосуванні в престаартерних кормах для поросят раннього віку показала вірогідне збільшення на 28-му добу життя вмісту альбумінів на 47,61 % (p<0,01) порівняно з тваринами контрольної групи.

Конфлікт інтересів

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

Подяки

Автор висловлює слова вдячності: директору ТОВ «Барком» В. М. Куйбіді та ветеринарному лікарю Д. О. Петрусян за надану можливість та допомогу у проведенні дослідження на базі цього господарства; Христині Назар та ТОВ «Ензим» за надану кормову добавку «ЕнзАктив Мікс» для дослідження; працівникам лабораторії Імунології Інституту Біології Тварин НААН за проведені морфологічні дослідження крові.

References

- Voitenko, S. L., Piskovyi, M. B., & Petrenko, S. M (2008). Metodolohichni pidkhody do zberezhenia ta ratsionalnoho vykorystannia svynei lokalnykh porid. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 10 (15), 45–49. [in Ukrainian]
- Hryshyna, L. P., & Onyshchenko, A. O. (2022). Determination of the sensitivity of young pigs of different genotypes. *Taurian Scientific Herald*, 128, 233–241. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.32>
- Gyria, V. M., Usachova, V. Y., Myronenko, O. I., & Slyno, V. G. (2019). Thermal comfort and productivity of pigs. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 105–112. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.02.13>
- Tkachuk, O. D. (2010). Vplyv mikroklimatu na osnovni pokaznyky rezystentnosti svynei. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 136–138. [in Ukrainian]
- Sinkora, J., Rehakova, Z., Sinkora, M., Cukrowska, B., & Tlaskalova-Hogenova, H. (2002). Early development of immune system in pigs. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 87 (3-4), 301–306. [https://doi.org/10.1016/s0165-2427\(02\)00056-9](https://doi.org/10.1016/s0165-2427(02)00056-9)
- Ferret-Bernard, S., & Le Huërou-Luron, I. (2020). Development of the intestinal immune system in young pigs – role of the microbial environment. *The Suckling and Weaned Piglet*, 159–177. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-894-0_6
- Haley, P. (2011). The Immune System of Pigs. *The Minipig in Biomedical Research*, 343–356. <https://doi.org/10.1201/b11356-29>
- Antoniak, H. L., Panas, N. Ie., Babych, T. V., Pershyn, O. I., & Antoniak, T. O. (2003). Ontohenetichni osoblyvosti hemopoezu u tvaryn. *Biolohiia Tvaryn*, 5, 59–62. [in Ukrainian]

9. Antoniuk, H. L. (2002). Osoblyvosti hemopoezu u tvaryn na rannikh stadiiakh postnatalnogo rozvytku. *Extended abstract of candidate's thesis*. Lviv [in Ukrainian]
10. Antoniuk, H. L., Solohub, L. I., Snitynskyi, V. V., & Babych, N. O. (2006). *Zalizo v orhanizmi liudyny i tvaryn: biokhimichni, imunolohichni ta ekolohichni aspekty*. Lviv [in Ukrainian]
11. Polishchuk, A. A., & Bulavkina, T. P. (2010). Suchasni kormovi dobavky v hodivli tvaryn ta ptytsi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 66–69. [in Ukrainian]
12. Iegorov, B., Kananykhina, O., & Turpurova, T. (2022). Probiotic feed additives in fattening of agricultural animals. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 21 (4), 25–31. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v21i4.2250>
13. Vovk, S., Dmytrotsa, A., Polovyi, I., & Buchynskyi, V. (2020). Probiotics in animal and poultry feeding. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 69 (1), 157–168. [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(69\)-1-10](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(69)-1-10)
14. Antonenko, P. P. (2008). Zasoby profilaktyky shlunkovo-kyshkovykh zakhvoriuvan u porosiat ta pidvyshchennia yikh produktyvnosti. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 127, 21–24. [in Ukrainian]
15. Kamratska, O. I. (2012). Stan mikrobiotsenozu kyshechnyka porosiat za vykorystannia probiotychnykh preparativ v umovakh tekhnolohichnogo stresu. *Silskyi Hospodar*, 1 (2), 23–26. [in Ukrainian]
16. Kovalchuk, Ya. Ya., Vishchur, O. I., & Vlizlo, V. V. (2009). T- i V-limfotsyty krovi porosiat pry vidluchenni yikh vid svynomatok ta za umov zghodovuvannia biomasy drizhdzhiv *Saccharomyces cerevisiae*. *Biolohiia Tvaryn*, 11 (1-2), 286–291. [in Ukrainian]
17. Ogorodnichuk, G. (2016). The efficiency enzyme preparation and feed additive CFA 10 use for pigs feeding. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 18 (2), 163–167. <https://doi.org/10.15421/nvlvet6737>
18. Salyha, N. O. (2011). Vplyv L-hliutaminovoi kysloty na okremi pokaznyky krovi shchuriv. *Biolohiia Tvaryn*, 13 (1-2), 159–163. [in Ukrainian]
19. Yefimov, V. H., Kokariiev, A. V., Biben, I. A., Ivanova, V. S., & Volkovynska, V. V. (2011). Efektyvnist stymuliatsii nespetsyficnoi rezystentnosti porosiat preparatom "Suihamin". *Naukovyi visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnolohii im. Gzhytskoho*, 13 (4 (1)), 119–123. [in Ukrainian]
20. Bondarenko, L. (2020). The cell protection of weaned pigs for probiotics. *Tehnologiã Virobnictva i Pererobki Produktiv Tvarinnictva*, 2 (158), 111–119. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2020-158-2-111-119>
21. Kokariiev, A. V. (2015). Formuvannia fahotsytarnoi lanky imunitetu porosiat u rannomu postnatalnomu ontogenezi ta yii korektsiia preparatom "Imunolak" u lantsiuzi maty-plid-novonarodzhenyi. *Problemy Zoonzhenerii ta Veterynarnoi Medytsyny*, 31 (2), 89–94. [in Ukrainian]
22. Panikar, I. I., & Nychyk, S. A. (2014). Zminy morfolohichnykh pokaznykiv peryferychnoi krovi porosiat pershoho misiatsia zhyttia. *Biolohiia Tvaryn*, 16 (4), 115–121. [in Ukrainian]
23. Punt, J. A., & Singer, A. (1997). T-cell development. *Clinical Immunology*, 1, 157–175.

ORCID

T. Prudyus  <https://orcid.org/0000-0003-3594-7539>



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

Effectiveness of medicines for trichuric invasions in sheep

M. Petrenko¹ | V. Kharchenko^{1,2}

Article info

Correspondence Author

M. Petrenko

E-mail:

petrenkoma1@ukr.net

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

² I. I. Schmalhausen Institute of Zoology of National Academy of Sciences of Ukraine,
Bogdan Khmelnytskogo Str.,
15, Kyiv, 01054, Ukraine

Citation: Petrenko, M., & Kharchenko, V. (2023). Effectiveness of medicines for trichuric invasions in sheep. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 115–120. doi: 10.31210/spi2023.26.04.20

In the fight against sheep helminthiasis, the priority direction is the chemical method of animal protection based on strict regulation of the use of medicinal products. This ensures the high effectiveness of treatment and prevention measures for nematodes, prevention of environmental contamination by eggs of parasites and maintenance of veterinary well-being in relation to invasive diseases. The aim of the research was to establish the effectiveness of drugs of different chemical groups for trichurosis in sheep. The research was conducted in the conditions of the "Kovalivka Ekopark" of the Poltava regional territorial community and on the basis of the Laboratory of Parasitology of the Poltava State Agrarian University. The therapeutic effectiveness of Helmavet (active substances – praziquantel, triclabendazole, fenbendazole), Oxyclozanid-600 (active substances – oxiclozanid, abamectin), Kombitrem (active substances – triclabendazole, albendazole) for spontaneous trichurosis of sheep was tested. The conducted studies established the high effectiveness of the drug Oxyclozanid-600 for trichurosis in sheep, where the extens- and intenseffectiveness reached 100 % on the 21st day of the experiment. The effectiveness indicators of this drug gradually increased during the experiment and on the 7th day they amounted to 62.50 and 93.86 %, respectively, and on the 14th day – 87.50 and 94.84 %. The drug Helmavet showed moderate therapeutic effectiveness, where on the 21st day of the experiment, the extens- and intenseffectiveness were 75.0 and 84.28 %, respectively. During treatment from 7 to 14 days, the extenseffectiveness of this drug ranged from 50 to 62.5 %, and the intenseffectiveness ranged from 79.51 to 87 %. The application of Kombitrem to sheep infected with trichurosis pathogen proved to be ineffective, where on the 21st day of the experiment, the extens- and intenseffectiveness were 37.5 and 62.95 %, respectively. At the same time, during the treatment, the efficiency indicators were higher and amounted to 37.5 and 74.56 % on the 7th day, and 50 and 70.14 % on the 14th day, respectively. The obtained results of experimental studies allow us to recommend the domestically produced anthelmintic drug Oxyclozanid-600 for the effective control and prevention of trichurosis in sheep.

Keywords: parasitology, trichurosis, sheep, treatment, efficiency indicators.

Ефективність лікарських засобів за трихурозної інвазії овець

М. О. Петренко¹ | В. О. Харченко^{1,2}

¹ Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна

² Інститут зоології ім. І.І.Шмальгаузена НАН України,
М. Київ, Україна

У боротьбі з гельмінтозами овець пріоритетним напрямом є хімічний метод захисту тварин на основі суворої регламентації застосування лікарських засобів. Це забезпечує високу ефективність лікувально-профілактичних заходів при нематодозах, запобігає забрудненню яйцями паразитів навколишнього середовища та підтримання ветеринарного благополуччя щодо інвазійних захворювань. Метою досліджень було з'ясувати ефективність лікарських засобів різних хімічних груп за наявності трихурозу в овець. Дослідження проводили в умовах зоопарку «Ковалівка Екопарк» Полтавської обласної територіальної громади та на базі лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету. Випробовано терапевтичну ефективність Гельмавету (діючі речовини – празиквантел, триклабендазол, фенбендазол), Оксиклозаніду-600 (діючі речовини – оксиклозанід, абамектин), Комбітрему (діючі речовини – триклабендазол, альбендазол) за наявного спонтанного трихурозу в овець. Проведені дослідження підтверджують високу ефективність при трихурозі в овець препарату Оксиклозанід-600, де на 21-шу добу експерименту екстенс- та інтенсефективність сягали 100 %. Показники ефективності цього препарату поступово зростали впродовж досліду і на 7-му добу вони становили відповідно 62,50 та 93,86 %, а на 14-ту добу – 87,50 та 94,84 %. Препарат Гельмавет проявив помірну лікувальну ефективність, де на 21-шу добу експерименту екстенс- та інтенсефективність становили відповідно 75,0 та 84,28 %. Упродовж лікування з 7-ої до 14-ої доби екстенсефективність цього препарату коливалася від 50 до 62,5 %, а інтенсефективність – від 79,51 до 87 %. Неефективним виявилось застосування інвазованим збудником трихурозу вівцям препарату Комбітрем, де на 21-шу добу експерименту екстенс- та інтенсефективність становили відповідно 37,5 та 62,95 %. Водночас упродовж лікування показники ефективності виявилися вищими і становили на 7-му добу – 37,5 та 74,56 %, на 14-ту добу – 50 та 70,14 % відповідно. Отримані результати експериментальних досліджень дозволяють рекомендувати антигельмінтний препарат вітчизняного виробництва Оксиклозанід-600 для ефективної боротьби та профілактики трихурозу в овець

Ключові слова: паразитологія, трихуроз, вівці, лікування, показники ефективності

Бібліографічний опис для цитування: Петренко М. О., Харченко В. О. Ефективність лікарських засобів за трихурозної інвазії овець. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 115–120.

Вступ

Гельмінтози овець поширені у багатьох природно-кліматичних зонах різних країн світу, особливо шлунково-кишкові нематодози, зокрема й трихуроз. Збудники цих інвазій негативно впливають на продуктивність тварин, знижуючи рентабельність галузі вівчарства [1–4]. Лікування та контроль при цих інвазійних захворюваннях є складним завданням і нині залежить переважно тільки від застосування ефективних антигельмінтних препаратів. Водночас неправильне чи некоректне їх використання може призвести до розвитку антигельмінтної резистентності, про яку зараз повідомляють у всьому світі. Вже доведено стійкість до антипаразитарних препаратів у багатьох видів нематод, що паразитують у овець, таких як бензімідазоли і макроциклічні лактони [5–8].

Через постійне розширення видів нематод, у яких виявляють антигельмінторезистентність (АР), існує багато повідомлень щодо необхідності покращення та впровадження раннього виявлення АР на основі активного проведення моніторингових досліджень відносно ефективності антигельмінтиків з метою оперативного реагування на розвиток АР. Є ознаки того, що деякі дії можуть уповільнити розвиток і поширення АР. Зокрема до таких заходів можна віднести програми боротьби з нематодозами, засновані на використанні антигельмінтиків шляхом цільового лікування, коли попередньо обов'язково проводяться копроовоскопічні дослідження тварин, за результатами яких і ухвалюють рішення щодо лікування [9, 10]. Наприклад, в Італії було опубліковано кілька повідомлень про АР у овець проти левамізолу, івермектину та бензімідазолів, але переважно в північних і центральних регіонах країни [11–13]. Навпаки, у південній частині Італії деякі конкретні заходи виявилися позитивними для отримання високої ефективності антигельмінтиків і уповільнення розвитку АР. Цього досягли такими заходами, як: моніторингові дослідження поширення інвазій у тварин шляхом регулярної їх лабораторної діагностики, ротації різних препаратів, дотримання належного ветеринарно-санітарного стану господарств. Однак, зважаючи те, що розвиток АР є неминучим і його поява є питанням не «якщо»,

а «коли», то з'ясування ефективності наявних, сучасних антигельмінтних препаратів за тих чи тих паразитарних інвазій у овець є вкрай актуальним напрямом досліджень [14–16].

Зокрема за наявності трихурузу в овець і великої рогатої худоби високоефективним антигельмінтиком виявився метиридин (200 мг/кг), що вводився перорально або підшкірно. До того ж ефективними виявилися фенбендазол (5–20 мг/кг) та оксфендазол (2,5 мг/кг), де показники антигельмінтної дії коливалися в межах від 62 до 100 % [17, 18].

Дослідники перевірили антигельмінтну ефективність фенбендазолу (метил-5-(феніл-тіо)-2-бензімідазол-карбамат) проти *Moniezia expansa* та *Trichuris ovis*. При застосуванні препарату в дозах 5 мг на кг маси тіла тварини і вище було зафіксовано, що ефективність становила понад 91 % проти *M. expansa* і понад 92 % проти *T. ovis* [19].

Мета дослідження

Метою досліджень було виявити ефективність лікарських засобів різних хімічних груп за наявності трихурузу в овець.

Матеріали і методи

Роботу виконували впродовж 2023 р. в умовах зоопарку «Ковалівка Екопарк» Полтавської обласної територіальної громади та на базі лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету.

Для визначення терапевтичної ефективності антигельмінтиків за наявності трихурузу було сформовано три дослідні і одну контрольну групи овець по 8 голів у кожній, спонтанно інвазованих трихурисами. Вівці дослідних та контрольної груп упродовж періоду досліджень перебували в аналогічних умовах утримання й годівлі.

Вівцям *першої дослідної групи* задавали гелмавет; *другої дослідної групи* – оксиклозанід-600; *третьої дослідної групи* – комбітрем згідно з настановами до їх застосування.

Овець *контрольної групи* не дегельмінтизували. Спосіб та дози застосування лікарських засобів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Схема застосування лікарських засобів дослідним групам овець

Препарат	Діюча речовина, масова частка ДР, мг/г	Доза г / 10 кг м. т., кратність	Спосіб застосування
Гелмавет ⁽¹⁾	празиквантел – 150 триклабендазол – 206,25 фенбендазол – 412,5	0,2 одноразово	задавали індивідуально на корінь язика
Оксиклозанід-600 ⁽²⁾	оксиклозанід – 600 абамектин – 6	0,25 одноразово	задавали індивідуально на корінь язика
Комбітрем ⁽³⁾	триклабендазол – 50 альбендазол – 100	0,75 одноразово	згодовували разом з кормом груповим способом

Примітки: ⁽¹⁾ ТОВ «Ветсинтез», UA; ⁽²⁾ ПрАТ ВВП «Укрзоветпромстач», UA; ⁽³⁾ ТОВ «Бровафарма», UA.

Ефективність антигельмінтних препаратів визначали на 7-му, 14-ту та 21-шу добу після їх застосування за результатами копроовоскопічних

досліджень овець дослідних та контрольної груп. Гельмінтоовоскопію проб проводили згідно з методикою, яку ми удосконалили, а саме: вираховували

кількість яєць в 1 г фекалій (яєць/г) [20]. Основними показниками інвазування овець трихурисами були екстенсивність та інтенсивність інвазії (EI, % та II, яєць/г). Основними показниками дії антигельмінтиків були екстенсефективність та інтенсефективність (EE та IE, %).

Оцінку ефективності проводили за показниками:

- вище 98 % – високоефективний лікарський засіб;
- 90–98 % – ефективний;
- 80–97 % – помірно ефективний;
- нижче 80 % – недостатньо ефективний або неефективний.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм

Microsoft «EXCEL» шляхом визначення середнього арифметичного (M) та стандартної похибки (m).

Результати та їх обговорення

Проведені дослідження дали змогу виявити високу ефективність препарату оксиклозанід-600 за наявності трихуризу в овець, де на 21-шу добу експерименту екстенс- та інтенсефективність сягали 100 %. Показники ефективності цього препарату поступово зростали впродовж досліді і на 7-му добу вони становили відповідно 62,50 та 93,86 %, а на 14-ту добу – 87,50 та 94,84 % (рис. 1, 2).

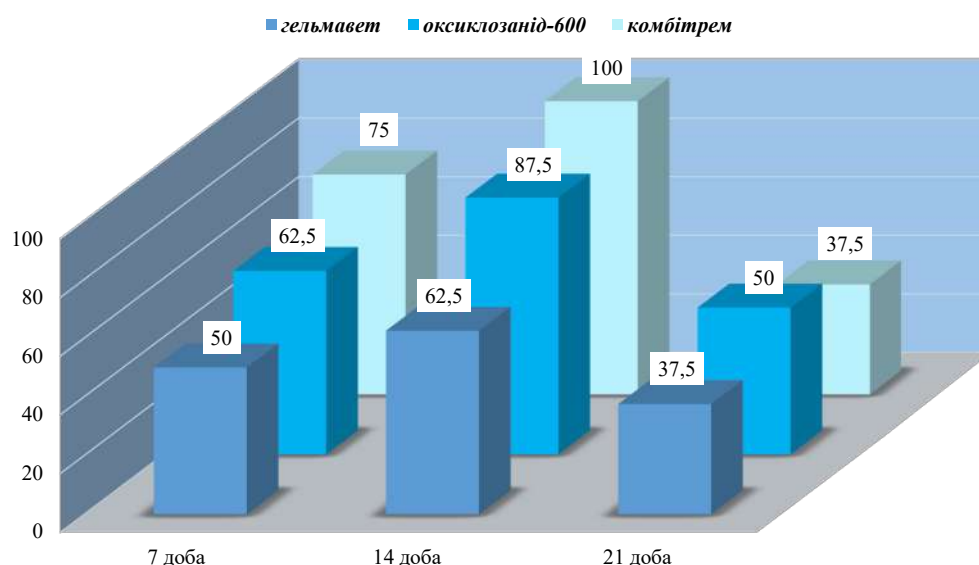


Рис. 1. Показники екстенсефективності (%) антигельмінтиків за трихуризу овець

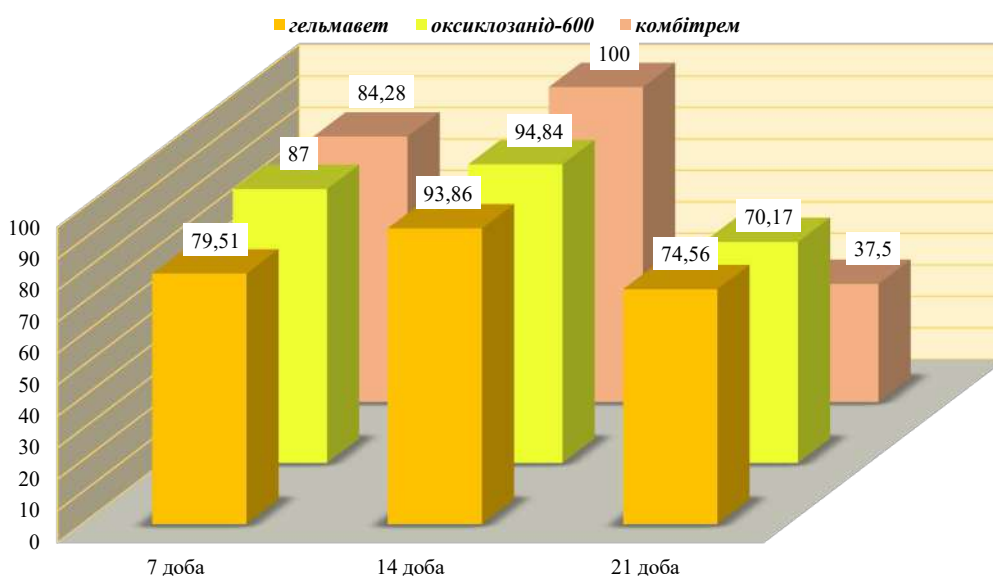


Рис. 2. Показники інтенсефективності (%) антигельмінтиків за трихуризу овець

Препарат гельмавет виявився помірної лікувальної ефективності, де на 21-шу добу експерименту екстенс- та інтенсефективність становили відповідно 75,0 та 84,28 %. Упродовж лікування з 7-ої до

14-ої доби екстенсефективність цього препарату коливалися від 50 до 62,5 %, а інтенсефективність – від 79,51 до 87 %. Неефективним виявилось застосування інвазованим збудником трихуризу вівцям

препарату комбітрем, де на 21-шу добу експерименту екстенс- та інтенсєфективність становили відповідно 37,5 та 62,95 %. Водночас упродовж лікування показники ефективності виявилися вищими і становили на 7-му добу – 37,5 та 74,56 %, на 14-ту добу – 50 та 70,14 % відповідно.

Аналізуючи показники екстенсивності триху- розної інвазії у процесі лікування овець виявлено, що до лікування у всіх дослідних групах ЕІ становила 100 %. У дослідній групі тварин, яким застосовували

гельмавет, показники ЕІ становили на 7-му добу – 50 %, 14-ту добу – 37,5 %, на 21-шу добу – 37,5 %. У групі овець, яким застосовували оксиклозанід-600, показники ЕІ становили на 7-му добу – 37,5 %, 14-ту добу – 12,5 %. На 21-шу добу згідно з копроовоскопічними дослідженнями хворих тварин не виявляли. У дослідній групі тварин, яким застосовували комбітрем, показники ЕІ становили на 7-му добу – 62,5 %, 14-ту добу – 50 %, на 21-шу добу – 62,5 % (рис. 3).

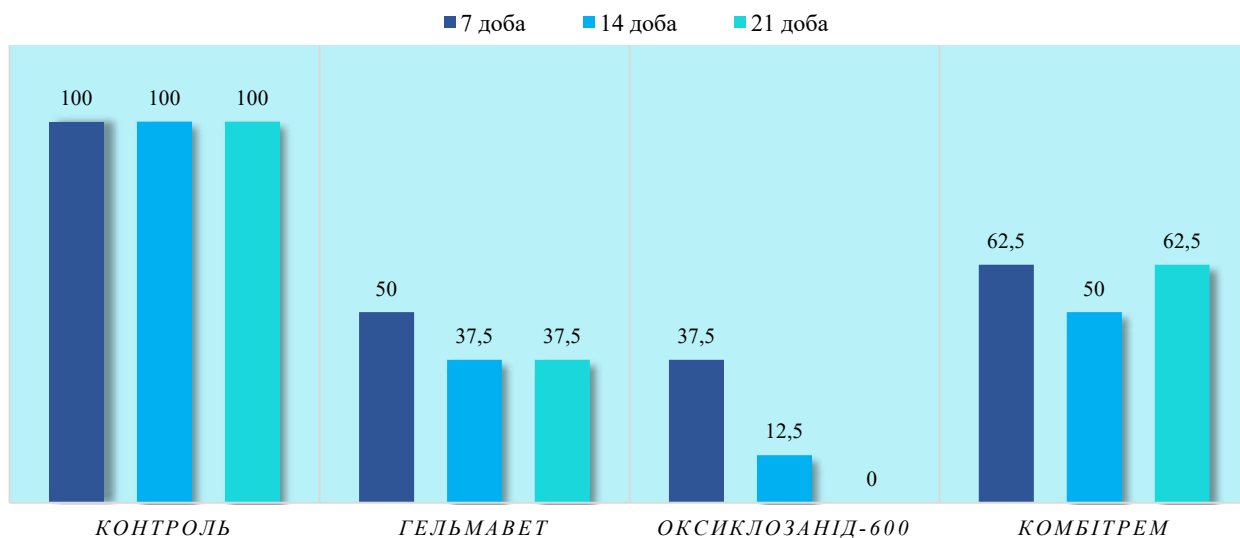


Рис. 3. Показники екстенсивності трихуросної інвазії (ЕІ, %) в овець у процесі їх лікування

Аналізуючи показники інтенсивності трихуросної інвазії у процесі лікування овець виявлено, що до лікування у дослідних та контрольній групах тварин показники інтенсивності інвазії коливалися в межах від 632,5±37,02 до 720,0±47,21 яєць/г. У дослідній групі тварин, яким застосовували гельмавет, показники І становили на 7-му добу – 165,0±64,99 яєць/г, 14-ту добу – 106,67±40,55 яєць/г, на 21-шу добу – 133,3±26,67 яєць/г. У групі овець, яким застосовували оксиклозанід-600, показники

І становили на 7-му добу – 46,67±17,64 яєць/г, 14-ту добу – 40,0 яєць/г. На 21-шу добу згідно з копроовоскопічними дослідженнями хворих овець не виявляли. У дослідній групі тварин, яким застосовували комбітрем, показники І становили на 7-му добу – 180,0±32,86 яєць/г, 14-ту добу – 215,0±53,15 яєць/г, на 21-шу добу – 276,0±32,50 яєць/г. Водночас у овець контрольної групи показники І коливалися в межах від 802,50±22,82 до 845,0±16,80 яєць/г (рис. 4).

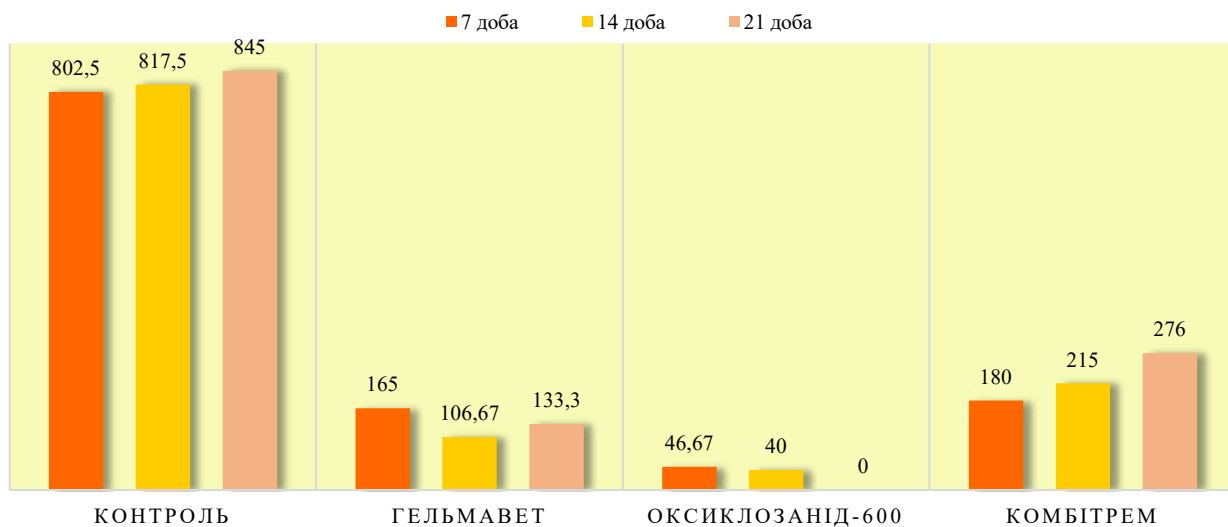


Рис. 4. Показники інтенсивності трихуросної інвазії (І, яєць/г) овець у процесі їх лікування

Згідно з науковими джерелами, трихуроз в овець є одним із поширених нематодозів шлунково-кишкового тракту жуйних тварин у різних країнах світу, зокрема й в Україні [4, 5, 21, 22]. Також останнім часом багато дослідників повідомляють про розвиток антигельмінтикорезистентності у багатьох видів нематод, що паразитують у жуйних тварин [14–16]. Тому з'ясування ефективності наявних сучасних антигельмінтних препаратів за наявності трихурозу в овець є актуальним на сьогодні напрямом досліджень. Результати проведених досліджень підтверджують, що найбільш ефективними антигельмінтним препаратом при трихурозній інвазії в овець виявився препарат вітчизняного виробництва оксиклозанід-600, де на 21-шу добу експерименту його екстенс- та інтенсефективність сягали 100 %. Про високу ефективність препаратів на основі макроциклічних лактонів та комбінованих засобів свідчать дослідники, які довели 100 %-ву ефективність івермеквету 1 %, клозіверону та 95,06–98,8 % ефективність івермектину у разі паразитування збудника трихурозу [23, 24].

Ми з'ясували, що препарат гелмавет має помірну лікувальну ефективність, де на 21-шу добу експерименту екстенс- та інтенсефективність становили відповідно 75,0 та 84,28 %, а препарат комбітрем виявився неефективним, де на 21-шу добу експерименту екстенс- та інтенсефективність становили відповідно 37,5 та 62,95 %.

Отримані результати експериментальних досліджень дозволяють рекомендувати антигельмінтний препарат вітчизняного виробництва оксиклозанід-600 для ефективної боротьби та профілактики трихурозу в овець.

Висновки

Експериментально доведено високу антигельмінтну ефективність препарату оксиклозанід-600, де на 21-шу добу експерименту його екстенс- та інтенсефективність сягали 100 %. Антигельмінтний препарат гелмавет має помірну лікувальну ефективність за наявності трихурозу в овець. Його екстенс- та інтенсефективність на 21-шу добу лікування становили відповідно 75,0 та 84,28 %. При використанні комбітрему лікування інвазованих тварин виявилось неефективним. Його екстенс- та інтенсефективність становили відповідно 37,5 та 62,95 %.

Конфлікт інтересів

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

References

- Mavrot, F., Hertzberg, H., & Torgerson, P. (2015). Effect of gastrointestinal nematode infection on sheep performance: a systematic review and meta-analysis. *Parasites & Vectors*, 8, 557. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1164-z>
- Charlier, J., Rinaldi, L., Musella, V., Ploeger, H. W., Chartier, C., Vineer, H. R., Hinney, B., von Samson-Himmelstjerna, G., Băcescu, B., Mickiewicz, M., Mateus, T. L., Martinez-Valldares, M., Quealy, S., Azaizeh, H., Sekovska, B., Akkari, H., Petkevicius, S., Hektoen, L., Höglund, J., Morgan, E. R., Bartley, D. J., & Claerebout, E. (2020). Initial assessment of the economic burden of major parasitic helminth infections to the ruminant livestock industry in Europe. *Preventive Veterinary Medicine*, 182, 105103. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105103>
- Melnichuk, V., Yevstafieva, V., Bakhr, T., Antipov, A., & Feshchenko, D. (2020). The prevalence of gastrointestinal nematodes in sheep (*Ovis aries*) in the central and south-eastern regions of Ukraine. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 44 (5), 985–993. <https://doi.org/10.3906/vet-2004-54>
- Melnichuk, V., & Antipov, A. (2019). Epizootic situation and peculiarity the course nematodes of the digestive canal of sheep of the in the conditions of economies Kyev region. *Naukovij Visnik Veterinarної Medicini*, 1 (149), 75–84. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2019-149-1-75-84>
- Glover, M., Clarke, C., Nabb, L., & Schmidt, J. (2017). Anthelmintic efficacy on sheep farms in south-west England. *Veterinary Record*, 180 (15), 378. <https://doi.org/10.1136/vr.104151>
- Kaplan, R. M., & Vidyashankar, A. N. (2012). An inconvenient truth: global worming and anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology*, 186 (1-2), 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.048>
- Rose, H., Rinaldi, L., Bosco, A., Mavrot, F., de Waal, T., Skuce, P., Charlier, J., Torgerson, P. R., Hertzberg, H., Hendrickx, G., Vercruysse, J., & Morgan, E. R. (2015). Widespread anthelmintic resistance in European farmed ruminants: a systematic review. *Veterinary Record*, 176 (21), 546. <https://doi.org/10.1136/vr.102982>
- Sangster, N. C., Cowling, A., & Woodgate, R. G. (2018). Ten events that defined anthelmintic resistance research. *Trends in Parasitology*, 34 (7), 553–563. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2018.05.001>
- Easton, S., Pinchbeck, G. L., Bartley, D. J., Hodgkinson, J. E., & Matthews, J. B. (2018). A survey of experiences of UK cattle and sheep farmers with anthelmintic prescribers; Are best practice principles being deployed at farm level?. *Preventive Veterinary Medicine*, 155, 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.04.009>
- Charlier, J., Thamsborg, S. M., Bartley, D. J., Skuce, P. J., Kenyon, F., Geurden, T., Hoste, H., Williams, A. R., Sotiraki, S., Höglund, J., Chartier, C., Geldhof, P., van Dijk, J., Rinaldi, L., Morgan, E. R., von Samson-Himmelstjerna, G., Vercruysse, J., & Claerebout, E. (2018). Mind the gaps in research on the control of gastrointestinal nematodes of farmed ruminants and pigs. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65 (1), 217–234. <https://doi.org/10.1111/tbed.12707>
- Traversa, D., Paoletti, B., Otranto, D., & Miller, J. (2007). First report of multiple drug resistance in trichostrongyles affecting sheep under field conditions in Italy. *Parasitology Research*, 101 (6), 1713–1716. <https://doi.org/10.1007/s00436-007-0707-4>
- Geurden, T., Chartier, C., Fanke, J., di Regalbono, A. F., Traversa, D., von Samson-Himmelstjerna, G., Demeler, J., Vanimisetti, H. B., Bartram, D. J., & Denwood, M. J. (2015). Anthelmintic resistance to ivermectin and moxidectin in gastrointestinal nematodes of cattle in Europe. *International journal for parasitology. Drugs and Drug Resistance*, 5 (3), 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2015.08.001>
- Lambertz, C., Pouloupoulou, I., Wuthijaree, K., & Gauly, M. (2019). Anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes in sheep raised under mountain farming conditions in Northern Italy. *Veterinary Record Open*, 6 (1). <https://doi.org/10.1136/vetrec-2018-000332>
- Cringoli, G., Veneziano, V., Jackson, F., Vercruysse, J., Greer, A. W., Fedele, V., Mezzino, L., & Rinaldi, L. (2008). Effects of strategic anthelmintic treatments on the milk production of dairy sheep naturally infected by gastrointestinal strongyles. *Veterinary Parasitology*, 156 (3-4), 340–345. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.06.015>
- Rinaldi, L., Morgan, E. R., Bosco, A., Coles, G. C., & Cringoli, G. (2014). The maintenance of anthelmintic efficacy in sheep in a

- Mediterranean climate. *Veterinary Parasitology*, 203 (1-2), 139–143. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.02.006>
16. Rinaldi, L., Amadesi, A., Dufourd, E., Bosco, A., Gadanho, M., Lehebel, A., Maurelli, M. P., Chauvin, A., Charlier, J., Cringoli, G., Ravinet, N., & Chartier, C. (2019). Rapid assessment of faecal egg count and faecal egg count reduction through composite sampling in cattle. *Parasites & Vectors*, 12 (1), 353. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3601-x>
 17. Soulsby, E. J. L. (1982). *Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals*. 7th Edn. London: Baillière Tindall.
 18. Bulbul, K. H., Akand, A. H., Hussain, J., Parbin, S., & Hasin, D. (2020). A brief understanding of *Trichuris ovis* in ruminants. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 5 (3), 72–74.
 19. Townsend, R. B., Kelly, J. D., James, R., & Weston, I. (1977). The anthelmintic efficacy of fenbendazole in the control of *Moniezia expansa* and *Trichuris ovis* in sheep. *Research in Veterinary Science*, 23 (3), 385–386. [https://doi.org/10.1016/s0034-5288\(18\)33138-2](https://doi.org/10.1016/s0034-5288(18)33138-2)
 20. Petrenko, M. (2023). Effectiveness of the improved method of lifelong diagnostics trichurosis of sheep. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6 (3), 13–16. <https://doi.org/10.32718/ujvas6-3.03>
 21. Abebe, R., Gebreyohannes, M., Mekuria, S., Abunna, F., & Regassa, A. (2010). Gastrointestinal nematode infections in small ruminants under the traditional husbandry system during the dry season in southern Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 42 (6), 1111–1117. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9532-3>
 22. Abebe, W., & Eseyas, G. (2001). Survey of ovine and caprine gastrointestinal helminthosis in Eastern part of Ethiopia during the dry season of the year. *Revista de Medicina Veterinaria*, 152 (5), 379–385.
 23. Melnychuk, V. V. (2019). Peculiarities of therapeutic action of modern medicaments at sheep trichurosis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 167–174. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.22>
 24. Adugna, W., Mengistu, A., Demissew, A., & Mekonnen, N. (2018). Comparative efficacy of two different brands of ivermectin against gastrointestinal nematodes and ectoparasites of sheep in Gondar town, Northwest Ethiopia. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 8 (2), 12–19.

ORCID

- M. Petrenko  <https://orcid.org/0000-0002-5275-9401>
 V. Kharchenko  <https://orcid.org/0000-0002-3824-2078>



2023 Petrenko M. and Kharchenko 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.

Informativeness of X-ray examinations for toxocariasis in dogs

H. Pohorelova  | S. Mykhailiutenko

Article info

Correspondence Author

H. Pohorelova

E-mail:

hanna.pohorelova@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,

Skovorody str., 1/3,

Poltava, 36003, Ukraine

Citation: Pohorelova, H., & Mykhailiutenko, S. (2023). Informativeness of X-ray examinations for toxocariasis in dogs. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 121–125. doi: 10.31210/spi2023.26.04.21

The article focuses on the problems of X-ray examination for toxocariasis in dogs and cats as an additional instrumental method of lifelong diagnosis of infestation. Toxocariasis is a helminthiasis that infects more than 100 million dogs and about a billion people. Instrumental diagnostics allows to identify and comprehensively assess the degree of severity of the disease, including invasive ones. The work was performed in the conditions of a private veterinary clinic in the city of Poltava and on the basis of the Parasitology Laboratory of the Poltava State Agrarian University. The purpose of the work was to establish the informativeness of the use of X-ray diagnostics for toxocariasis infestation in dogs. According to the results of X-ray examinations, certain changes were established in both the thoracic and abdominal cavities of the body, the severity of which depended on the age of the infested animals. In older age groups of dogs, a higher percentage of toxocariasis had changes in the respiratory organs. Thus, an increase in the interstitial pattern in the lungs was found in 100 % of dogs aged 7–12 years, and signs of an increase in the vascular pattern in the lungs were found in 70 % of infected dogs aged 1 to 12 years. Intensification of the bronchial pattern and displacement of the anatomical borders of the mediastinum were radiologically determined, respectively, in 60 and 70 % of dogs aged 1 to 7 years and in 70 and 80 % of dogs aged 7 to 12 years. Also, 80 % of dogs aged 7–12 years have calcification of tracheal rings. Changes in the digestive organs were more often diagnosed in young children. Thus, stomach enlargement and intestinal pneumatosis are found in 80 and 70 % of dogs aged 2 to 12 months. Peribronchial infiltration, thickening of the bronchial walls, and calcification of the bronchial wall were found only in dogs older than 1 year, where the percentage of cases ranged from 10 to 30 %. The obtained research results indicate the importance of conducting X-ray studies as an additional method of diagnosing toxocariasis in dogs and establishing the severity of its course. This will make it possible to comprehensively understand the animal's clinical condition, avoid serious complications and carry out treatment more effectively.

Keywords: toxocariasis, dogs, X-ray diagnostics, effectiveness, informativeness.

Інформативність рентгенологічних досліджень за токсокарозної інвазії собак

Г. М. Погорелова | С. М. Михайлютенко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

У статті розглядаємо проблематику рентгенологічного дослідження за наявності токсокарозу в собак і котів як додаткового інструментального методу життєвої діагностики інвазії. Токсокароз – це гельмінтоз, яким заражені понад 100 мільйонів собак і близько мільярда людей. Інструментальна діагностика дозволяє виявляти та всебічно оцінювати ступінь важкості захворювання, зокрема й інвазійного. Роботу виконували в умовах приватної ветеринарної клініки м. Полтави та на базі лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету. Метою роботи було встановити інформативність застосування рентгендіагностики за наявності токсокарозної інвазії в собак. За результатами проведених рентгенологічних досліджень зафіксовано певні зміни як у грудній, так і в черевній порожнинах тіла, тяжкість яких залежала від віку інвазованих тварин. У старших вікових груп собак за наявності токсокарозу більший відсоток становили зміни в органах дихання. Так, посилення інтерстиціального малюнку у легенях спостерігається у 100 % собак віком 7–12 років, а ознаки посилення судинного малюнку у легенях – у 70 % інвазованих собак віком від 1 до 12 років. Посилення бронхіального малюнку і зміщення анатомічних меж середостіння рентгенологічно встановлено відповідно у 60 і 70 % собак віком від 1 до 7 років та у 70 і 80 % собак віком від 7 до 12 років. Також у 80 % собак віком 7–12 років виявлено кальцифікацію кілець трахеї. У молодяку частіше діагностували зміни в органах травлення. Так, розширення шлунку та пневматоз кишечника виявлено у 80 та 70 % собак віком від 2 до 12 місяців. Перибронхіальну інфільтрацію, потовщення стінок бронхів, кальцифікацію стінки бронхів виявлено тільки у собак старше 1 року, де відсоток випадків коливався у межах від 10 до 30 %. Отримані результати досліджень вказують на важливість проведення рентгенологічних досліджень як додаткового методу діагностики токсокарозу у собак та з'ясування тяжкості його перебігу. Це дозволить всебічно розуміти клінічний стан тварини, уникнути важких ускладнень і більш ефективно провести лікування.

Ключові слова: токсокароз, собаки, рентгендіагностика, ефективність, інформативність

Бібліографічний опис для цитування: Погорелова Г. М., Михайлютенко С. М. Інформативність рентгенологічних досліджень за токсокарозної інвазії собак. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 121–125.

Вступ

Токсокароз є поширеною інвазією м'ясоїдних тварин в усьому світі і привертає увагу клініцистів через її зв'язок із ступенем забрудненням навколишнього середовища яйцями паразитів. Токсокароз – це гельмінтоз, яким, за оцінками дослідників, заражені понад 100 мільйонів собак і мільярд людей. В ендемічних районах, як правило, залишається не діагностованими значна кількість собак і котів через безсимптомний перебіг інвазії, що призводить до хронічної персистенції паразита [1–6].

Зараження збудником токсокарозу відбувається шляхом заковтування інвазійних яєць. У тонкому відділі шлунково-кишкового тракту з яєць виходять личинки, які проникають до кровотоку та мігрують до печінки, легень, серця, нирок, підшлункової залози. Личинки токсокар тривалий час можуть зберігатись у тканинах та органах в анабіозному стані, а потім під впливом різних факторів активізуються та продовжують міграцію [7, 8].

Токсокароз у собак та людини може перебігати безсимптомно, а також у хронічній і гострій формах. Хронічний перебіг супроводжується запальними процесами в органах дихання і шлунково-кишковому тракті. Гостра форма токсокарозу може мати алергічні реакції, бронхіти, нервові явища, розлади органів травлення [9].

За останні кілька десятиліть візуалізація *in vivo* відіграє все більш важливу роль у парадигмі наукових досліджень. Нині за її допомогою можна отримати інформацію про розташування личинок токсокар у різних органах та про наявність патологічних змін в інвазованому організмі [10, 11].

Інструментальна діагностика як додатковий метод дослідження, посідає важливе місце в діагностиці багатьох паразитарних захворювань. Ці методи дозволяють своєчасно забезпечити ефективне та точне лікування тварин [12–14].

Рентгенологічна діагностика може мати важливе значення для виявлення та оцінки наслідків токсокарозу у тварин. Проте більшість наукових досліджень присвячені вивченню патогенезу токсокарозу з використанням рентгенологічних досліджень у людей. Зокрема, науковці зазначають, що рентгенологічними ознаками легеневого токсокарозу є помутніння (84 %), множинні тверді вузлики (29 %) та нерівномірна консолидація (21 %) [15–17].

Інші автори на рентгенограмах грудної клітини інвазованих токсокарами котів спостерігали дифузний бронхіально-інтерстиціальний малюнок і розширені легеневі артерії. Однак патологію легеневої артерії, бронхів та інтерстицію було виявлено лише за допомогою гістологічних досліджень. Значні патологічні зміни в легенях у кошенят і дорослих кішок, на думку авторів, були пов'язані з раннім надходженням личинок *T. cati* в легені та не залежали від розвитку дорослих гельмінтів у кишечнику [18].

Мета дослідження

Метою дослідження було з'ясувати інформативність застосування рентгенодіагностики за токсокарозою інвазії в собак.

Матеріали і методи

Роботу виконували впродовж 2023 р. в умовах приватної ветеринарної клініки м. Полтави та на базі лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету.

Рентгенологічне дослідження органів грудної порожнини собак проводили на рентгенівському апараті Monobloc x-ray portable HF 100 (USA & Canada). Для обробки зображень використовували програмне забезпечення для відцифрування знімків Stellar gram for veterina у двох проєкціях – латеральній та дорзо-вентральній.

Діагноз на токсокароз у собак проводили згідно із загальноприйнятою копроовоскопічною флотаційною методикою [19].

Для встановлення змін в організмі собак, інвазованих *T. canis*, були сформовані три дослідні групи собак різних порід (німецька вівчарка, французькі бульдог, маламут, хаскі, метиси, американський булі, доберман, ротвейлер, лабрадор, мопс) по 10 голів у кожній. Залежно від віку до першої дослідної групи були віднесені молоді тварини віком від 2 до 12 місяців, до другої – собак віком від 1 до 7 років, до третьої – від 7 до 12 років. Усього було обстежено 30 собак.

Результати та їх обговорення

За результатами проведених рентгенологічних досліджень виявлено певні зміни як у грудній, так і в черевній порожнинах тіла, тяжкість яких залежали від віку інвазованих тварин (табл. 1).

Таблиця 1

Показники рентгенологічних досліджень собак за токсокарозою інвазії в собак різного віку (n=10)

Зміни	2–2 міс.		1–7 р.		7–12 р.	
	n	%	n	%	n	%
Посилення інтерстиціального малюнку в легенях	4	40	6	60	10	100
Посилення судинного малюнку в легенях	–	–	7	70	7	70
Посилення альвеолярного малюнку	–	–	–	–	2	20
Посилення бронхіального малюнку	–	–	7	70	8	80
Зміщення анатомічних меж середостіння	–	–	6	60	7	70
Кальцифікація кілець трахеї	–	–	1	10	8	80
Перибронхіальна інфільтрація	1	10	1	10	1	10
Потовщення стінок бронхів	–	–	2	20	3	30
Кальцифікація стінки бронхів	–	–	2	20	5	50
Розширення шлунку	8	80	3	30	–	–
Пневматоз кишечника	7	70	4	40	–	–
Ознаки кишкової непрохідності	4	40	1	10	–	–

У молодих тварин віком від 2 до 12 місяців спостерігали патології, пов'язані з порушенням роботи шлунково-кишкового тракту. Зокрема у 80 %

собак рентгенологічно виявлено розширення шлунку, у 70 % – пневматоз кишечника, у 40 % – ознаки кишкової непрохідності (рис. 1).

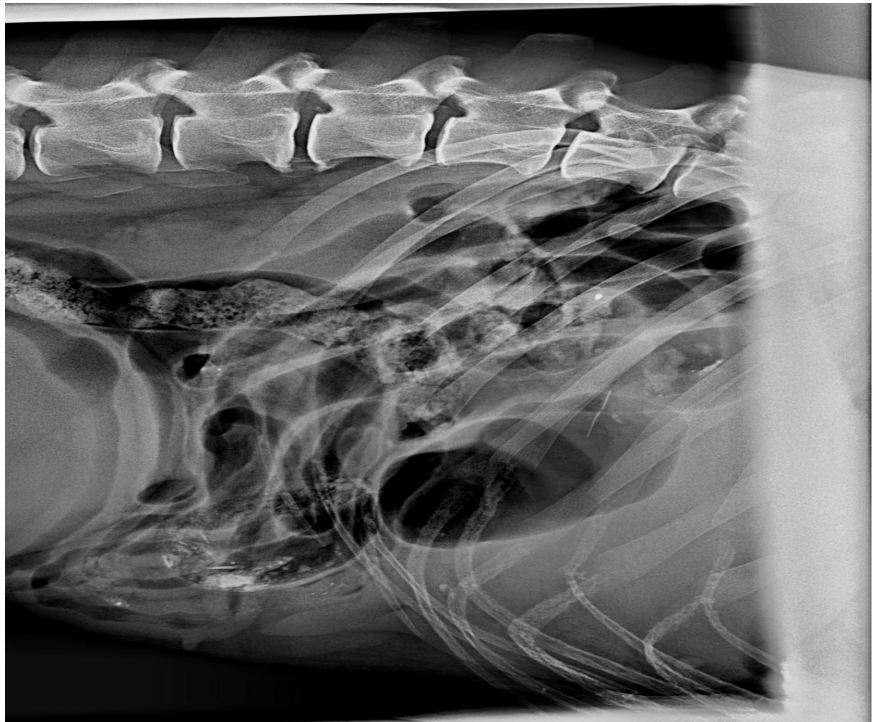


Рис. 1. Рентгенограма собаки за токсакозозу: ознаки кишкової непрохідності

Менш виражені були зміни з боку дихальної системи. У 40 % собак діагностували посилення інтерстиціального малюнку, у 10 % – посилення альвеолярного малюнку.

Більш виражені зміни спостерігали у тварин

старшого віку. У 60 % собак віком від 1 до 7 років виявлено посилення інтерстиціального малюнку, у 70 % – посилення бронхіального та судинного малюнків, у 60 % – зміщення анатомічних меж середостіння (рис. 2).

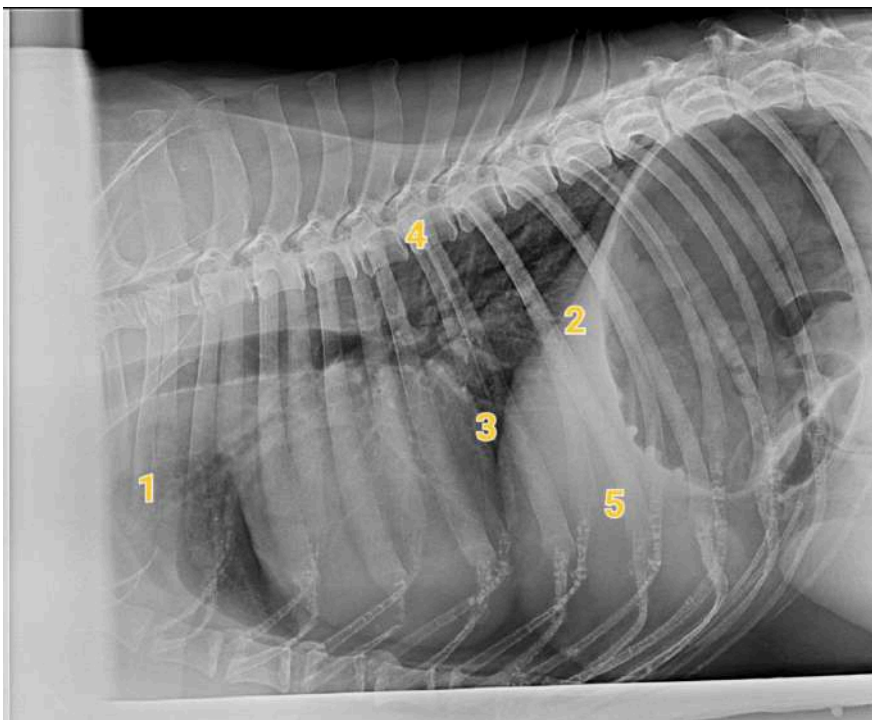


Рис. 2. Рентгенограма собаки за токсакозозу:

1 – зміщення анатомічних меж середостіння; 2 – посилення інтерстиціального малюнку легень 3 – кальцифікація стінок бронхів; 4 – посилення судинного малюнку легень; 5 – розширення шлунку

З боку органів шлунково-кишкового тракту рентгенологічно у 30 % собак виявлено розширення шлунку, у 40 % – пневматоз кишечника, у 10 % – ознаки кишкової непрохідності.

Собаки віком від 7 до 12 років за наявності токсокарозу мають тенденцію до збільшення відсотку клінічних змін та ознаки хронічних запальних процесів таких, як: кальцифікація кілець трахеї – у 80 % тварин, що на 60 % більше, ніж у тварин віком від 1 до 7 років; кальцифікація бронхів – у 50 % тварин, що на 30 % вище, ніж у собак віком 1–7 років. Патологій шлунково-кишкового тракту в собак віком від 7 до 12 років при застосуванні рентгендіагностики не було зареєстровано.

Доступні літературні дані свідчать про необхідність застосування інструментальних методів дослідження, зокрема й рентгенографії, що є інформативним і важливим у з'ясуванні тяжкості змін за наявності паразитарних захворювань [15, 16, 20].

За результатами проведених рентгенологічних досліджень токсокароза інвазія у собак супроводжувалася певними змінами, тяжкість яких залежала від віку тварин. Зокрема, у старших вікових груп собак більший відсоток становили зміни в органах дихання, де посилення інтерстиціального малюнку в легенях встановлено у 100 % собак віком 7–12 років, посилення судинного малюнку в легенях – у 70 % собак віком від 1 до 12 років, посилення бронхіального малюнку і зміщення анатомічних меж середостіння – у 60 і 70 % собак віком від 1 до 7 років та у 70 і 80 % собак віком від 7 до 12 років, кальцифікацію кілець трахеї – у 80 % собак віком 7–12 років. У молодняку частіше діагностували зміни в органах травлення. Так, розширення шлунку та пневматоз кишечника встановлено у 80 та 70 % собак віком від 2 до 12 місяців.

Схожі дані отримали науковці, де за наявності паразитування у котів *T. cati* рентгенографічно було встановлено дифузний бронхіально-інтерстиціальний малюнок в легенях, що на думку авторів, пов'язане з міграцією личинок до легень [18].

Отримані результати досліджень свідчать про важливість проведення рентгенологічних досліджень як додаткового методу діагностики токсокарозу в собак та з'ясування тяжкості його перебігу. Це дозволить всебічно розуміти клінічний стан тварини, уникнути важких ускладнень і більш ефективно провести лікування.

Висновки

1. Виявлено високу інформативність рентгенографії за токсокарозу в собак, де найбільш значними патологіями стали ураження шлунково-кишкового тракту та органів грудної порожнини.

2. Токсокароз у молодих тварин віком від 2 до 12 місяців проявлявся переважним ураженням шлунково-кишкового тракту, де рентгенологічно діагностували ознаки кишкової непрохідності (40 %) та розширення шлунку (80 %).

3. У собак старше 1 року токсокароз за рентгенологічними дослідженнями перебігав з вираженими патологіями дихальної системи, де у 60–100 % собак

виявляли посилення інтерстиціального малюнку, у 70 % – судинного малюнку, у 70–80 % – бронхіального малюнку (60%), у 80 % – кальцифікацію кілець трахеї, у 60–70 % – зміщення анатомічних меж середостіння.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Nijse, R., Ploeger, H. W., Wagenaar, J. A., & Mughini-Gras, L. (2015). *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>
2. Schwartz, R., Bidaisee, S., Fields, P. J., Macpherson, M. L. A., & Macpherson, C. N. L. (2021). The epidemiology and control of *Toxocara canis* in puppies. *Parasite Epidemiology and Control*, 16, e00232. <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2021.e00232>
3. Hotez, P. J., Savioli, L., & Fenwick, A. (2012). Neglected tropical diseases of the Middle East and North Africa: review of their prevalence, distribution, and opportunities for control. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6 (2), e1475. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001475>
4. Diaz, J. H. (2015). Increasing risks of human dirofilariasis in travelers. *Journal of Travel Medicine*, 22 (2), 116–123. <https://doi.org/10.1111/jtm.12174>
5. Omonijo, A. O., Kalinda, C., & Mukaratirwa, S. (2019). A systematic review and meta-analysis of canine, feline and human *Toxocara* infections in sub-Saharan Africa. *Journal of Helminthology*, 94, e96. <https://doi.org/10.1017/S0022149X19000889>
6. Joy, A. T., Chris, O. I., & Godwin, N. C. (2017). Toxocariasis and Public Health: An Epidemiological Review. *Global Journal of Infectious Diseases and Clinical Research*, 28–39. <https://doi.org/10.17352/2455-5363.000016>
7. Laroia, S. T., Bhadoria, A. S., Venigalla, Y., Chibber, G. K., Bihari, C., Rastogi, A., & Sarin, S. K. (2016). Role of dual energy spectral computed tomography in characterization of hepatocellular carcinoma: Initial experience from a tertiary liver care institute. *European Journal of Radiology Open*, 3, 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2016.05.007>
8. Stensvold, C. R., Nielsen, H. V., & Petersen, E. (2011). Toxocariasis. *Ugeskrift for Laeger*, 173 (3), 186–189.
9. Rostami, A., Ma, G., Wang, T., Koehler, A. V., Hofmann, A., Chang, B. C. H., Macpherson, C. N., & Gasser, R. B. (2019). Human toxocariasis - A look at a neglected disease through an epidemiological 'prism'. *Infection, Genetics and Evolution*, 74, 104002. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.104002>
10. Dietrich, C. F., Cretu, C., & Dong, Y. (2020). Imaging of toxocariasis. *Advances in Parasitology*, 109, 165–187. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.03.001>
11. Thrall, D. E. (2018). *Preface. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*, ix. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-48247-9.00005-x>
12. de Korne, C. M., van Lieshout, L., van Leeuwen, F. W. B., & Roestenberg, M. (2023). Imaging as a (pre)clinical tool in parasitology. *Trends in Parasitology*, 39 (3), 212–226. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2022.12.008>
13. Ackerman, L. (2023). The future of small animal veterinary practice. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2023.10.005>
14. An, H. J., Kim, C. H., Kwon, Y. J., Kim, D. H., Wee, S. H., & Moon, J. S. (2014). Radiation safety management for diagnostic radiation generators and employees in animal hospitals in Korea. *Korean Journal of Veterinary Research*, 54 (3), 151–157. <https://doi.org/10.14405/kjvr.2014.54.3.151>
15. French, A. F., Castillo-Alcala, F., Gedye, K. R., Roe, W. D., & Gartrell, B. D. (2020). Nematode larva migrants caused by *Toxocara cati* in the North Island brown kiwi (*Apteryx mantelli*). *International Journal for Parasitology. Parasites and Wildlife*, 11, 221–228. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2020.02.011>

16. Ma, G., Rostami, A., Wang, T., Hofmann, A., Hotez, P. J., & Gasser, R. B. (2020). Global and regional seroprevalence estimates for human toxocariasis: A call for action. *Advances in Parasitology*, 109, 275–290. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.011>
17. Sakai, S., Shida, Y., Takahashi, N., Yabuuchi, H., Soeda, H., Okafuji, T., Hatakenaka, M., & Honda, H. (2006). Pulmonary lesions associated with visceral larva migrans due to *Ascaris suum* or *Toxocara canis*: imaging of six cases. *American Journal of Roentgenology*, 186 (6), 1697–1702. <https://doi.org/10.2214/AJR.04.1507>
18. Dillon, A. R., Tillson, D. M., Hathcock, J., Brawner, B., Wooldridge, A., Cattley, R., Welles, B., Barney, S., Lee-Fowler, T., Botzman, L., Sermersheim, M., & Garbarino, R. (2013). Lung histopathology, radiography, high-resolution computed tomography, and bronchio-alveolar lavage cytology are altered by *Toxocara cati* infection in cats and is independent of development of adult intestinal parasites. *Veterinary Parasitology*, 193 (4), 413–426. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.045>
19. Kotelnikov, G. A. (1974). *Diagnostics of animal helminthiasis*. Kossoloss, Moscow.
20. Yevstafieva, V., & Kryvoruchenko, D. (2022). Radiological diagnosis of canine dirofilariosis in case of parasitization by *Dirofilaria immitis*. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 126–133. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.04.15>

ORCID

H. Pohorelova  <https://orcid.org/0000-0001-7903-0947>
 S. Mykhailiutenko  <https://orcid.org/0000-0001-6634-1244>



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

State of connective tissue components in obese horses

S. Borovkov¹ | O. Timoshenko² | V. Borovkova²

Article info

Correspondence Author

S. Borovkov

E-mail:

serg_b78@ukr.net

¹ National Scientific Center
"Institute of Experimental and
Clinical Veterinary Medicine",
Pushkinska Street, 83,
Kharkiv, 61023, Ukraine

² State Biotechnological
University,
Alchevskikh Street, 44,
Kharkiv, 61002, Ukraine

Citation: Borovkov, S., Timoshenko, O., Borovkova, V. (2023). State of connective tissue components in obese horses. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 126–130. doi: 10.31210/spi2023.26.04.22

The article presents the results of studying the impact of obesity on the state of connective tissue components in horses. The research was conducted on 20 horses of both genders, divided into a control group (healthy horses, n=10) and an experimental group (horses with obesity, n=10). The aim of the study was to determine the influence of obesity on the structural and biochemical characteristics of connective tissue components in horses under normal conditions and to assess their diagnostic criteria in obesity. In the study, biochemical methods of analysis were used to determine the concentration of glycosaminoglycans (GAGs) and their fractions, as well as chondroitin sulfates (CS) in blood serum. The obtained results underwent statistical analysis to determine the statistical significance of the obtained values. The tables included indicators such as median, quartiles Q1 and Q3, and the significant difference between groups was established based on the Mann-Whitney criterion ($p \leq 0.05$). Correlation relationships were determined using the Pearson method. The study highlights the results of investigating the state of connective tissue components in horses with obesity, with special attention given to the analysis of glycosaminoglycans and chondroitin sulfates in blood serum. Understanding the changes in these components in blood serum is crucial for the development of personalized treatment strategies and the management of the health of obese horses, thereby contributing to the preservation of optimal functionality and strength of their musculoskeletal system. Significant and credible changes in the concentration of chondroitin sulfates, glycoproteins, and their fractions were identified in healthy horses and horses with obesity. This indicates potential issues with the strength and elasticity of the bone and joint connective tissue, particularly the musculoskeletal system in horses with obesity. The study's conclusions indicate that obesity has a negative impact on the state of connective tissue components in horses, which may lead to reduced mobility and performance of animals and increase the overall risk of injuries.

Keywords: connective tissue, horses, obesity, biochemical characteristics, blood serum.

Стан компонентів сполучної тканини у коней за ожиріння

С. Б. Боровков¹ | О.П. Тимошенко² | В. М. Боровкова²

¹ Національний науковий
центр «Інститут
експериментальної
та клінічної ветеринарної
медицини»,
м. Харків, Україна

² Державний
біотехнологічний
університет,
м. Харків, Україна

У цій статті представлено результати вивчення впливу ожиріння на стан компонентів сполучної тканини у коней. Дослідження проведено на 20 конях обох статей, розділених на контрольну (здорові коні n=10) та експериментальну групу (коні з ожирінням n=10). Метою дослідження було визначити вплив ожиріння на структурні та біохімічні характеристики компонентів сполучної тканини в коней у нормі та оцінити їх діагностичні критерії при ожирінні. У дослідженні для визначення концентрації глікозаміногліканів (ГАГ) та їх фракцій, а також хондроїтинсульфатів (ХСТ) у сироватці крові використовувалися біохімічні методи аналізу. Отримані результати проаналізували і визначили статистичну значущість отриманих величин, в таблицях зазначали такі показники: Медіана, квартилі Q1 та Q3, достовірну різницю між групами встановлювали на основі розрахунку критерія Mann-Whitney ($p \leq 0,05$), кореляційні зв'язки визначали з використанням методу Пірсона. Відповідно, в роботі висвітлено результати дослідження стану компонентів сполучної тканини у коней з ожирінням, де особливу увагу приділено аналізу глікозаміногліканів та хондроїтинсульфатів у сироватці крові. Розуміння змін цих компонентів у сироватці крові має важливе значення для розробки персоналізованих стратегій лікування та управління здоров'ям коней з ожирінням, сприяючи тим самим збереженню оптимальної функціональності та міцності їх опорно-рухового апарату. Виявлено суттєві достовірні зміни концентрації хондроїтинсульфатів, глікопротеїнів та їх фракцій у здорових коней та коней із ожирінням. Це вказує на потенційні проблеми з міцністю та еластичністю сполучної тканини кісток та суглобів, а саме опорно-рухового апарату у коней при ожирінні. Висновки дослідження свідчать про те, що ожиріння відзначається негативним впливом на стан компонентів сполучної тканини у коней. Це може призвести до зниження рухливості та працездатності тварин, а також підвищити загальний ризик травм.

Ключові слова: сполучна тканина, коні, ожиріння, біохімічні характеристики, сироватка крові.

Бібліографічний опис для цитування: Боровков С. Б., Тимошенко О.П., Боровкова В. М. Стан компонентів сполучної тканини у коней за ожиріння. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 126–130.

Вступ

Ожиріння у коней є серйозною проблемою в сучасному тваринництві, зважаючи на тенденції щодо неправильного харчування та обмеженої фізичної активності. Цей стан супроводжується низкою патологічних змін в організмі тварини включно зі структурними та біохімічними змінами у сполучній тканині.

Актуальність цього дослідження визначається потребою у глибокому розумінні молекулярних механізмів, які полягають в основі змін у компонентах сполучної тканини під впливом ожиріння. На сьогодні існує необхідність виявлення конкретних біохімічних та молекулярних змін, що відбуваються в організмі коней, які страждають на ожиріння, для розробки ефективних стратегій управління здоров'ям та лікування цього стану.

Ця стаття присвячена результатам дослідження стану компонентів сполучної тканини у коней з ожирінням, де особливу увагу приділено аналізу глікозаміногліканів (ГАГ) та хондроїтинсульфатів (ХСТ) у сироватці крові. Розуміння цих змін має важливе значення для розробки персоналізованих стратегій лікування та управління здоров'ям коней з ожирінням, які у такий спосіб сприятимуть збереженню оптимальної функціональності та міцності їхньої сполучної тканини.

Згідно з дослідженнями, ожиріння у коней є серйозною проблемою, яка може призвести до погіршення стану здоров'я та розвитку низки захворювань [1]. Одним із негативних наслідків ожиріння у коней є порушення синтезу компонентів сполучної тканини, зокрема глікозаміногліканів [2].

Глікозаміноглікани є основним компонентом міжклітинної речовини сполучної тканини, яка забезпечує її гідратацію та пружність [3]. Згідно з дослідженнями [4] зниження рівня ГАГ і зокрема гіалуринової кислоти у сироватці крові призводить до послаблення сполучної тканини, що може спричинити такі проблеми:

- зниження рухливості;
- болі в суглобах;
- порушення координації рухів;
- збільшення схильності до травм.

Ожиріння у коней може призвести до підвищення рівня аланінамінотрансферази, аспартатамінотрансферази та лужної фосфатази у сироватці крові [5]. Ці ферменти також містяться у клітинах сполучної тканини, і їхнє підвищення може свідчити про пошкодження сполучної тканини.

Лікування ожиріння у коней передбачає корекцію раціону харчування та фізичних навантажень [6]. Також може бути призначена медикаментозна терапія для покращення стану сполучної тканини. Нормальні показники сполучної тканини у сироватці крові коней можуть дещо відрізнятися залежно від породи, віку та статі коня [7, 8].

Дослідженню проблем ожиріння та його впливу на обмін речовин приділяли увагу різні науковці. Наприклад, Morgan et al. (2018) оцінили маркери ендотеліальної дисфункції у коней з ожирінням та коней з нормальною вагою. Вони виявили, що у коней

з ожирінням був підвищений рівень маркерів ендотеліальної дисфункції [9]. Це свідчить про те, що ожиріння може призвести до порушення функції ендотелію у коней. Potter et al. (2017) оцінили маркери оксидативного стресу у коней з ожирінням та коней з нормальною вагою. Вони виявили, що у коней з ожирінням був підвищений рівень маркерів оксидативного стресу [10]. Це свідчить про те, що ожиріння може призвести до підвищення рівня оксидативного стресу у коней. Reynolds et al. (2019) оцінили метаболізм глюкози та метаболізм ліпідів у коней з ожирінням та коней з нормальною вагою. Вони виявили, що у коней з ожирінням був підвищений рівень глюкози у крові, а також підвищений рівень жирних кислот у крові [11]. Ожиріння може призвести до порушення метаболізму глюкози та метаболізму ліпідів у коней. Robin et al. (2015) оцінили еластичність суглобів у коней з ожирінням та коней з нормальною вагою. Вони виявили, що суглоби коней з ожирінням були менш еластичними, ніж суглоби коней з нормальною вагою [12]. Це свідчить про те, що ожиріння може негативно вплинути на еластичність суглобів у коней. Robles et al. (2018) оцінили міцність сухожилок у коней з ожирінням та коней з нормальною вагою. Вони виявили, що сухожилля коней з ожирінням були слабшими, ніж сухожилля коней з нормальною вагою [13].

Santillana et al. (2023) наголошують, що стан сполучної тканини є важливим показником здоров'я коня [14]. Ожиріння є одним із факторів, що негативно впливають на стан сполучної тканини [15, 21].

Мета дослідження

Метою дослідження було визначити ступінь впливу ожиріння на структурні та біохімічні характеристики компонентів сполучної тканини у коней.

Цілі дослідження містять:

- аналіз глікозаміногліканів та хондроїтинсульфатів: визначення концентрації та фракцій глікозаміногліканів у сироватці крові коней з ожирінням порівняно зі здоровими конями;
- виявлення кореляційних взаємозв'язків між різними компонентами сполучної тканини.

Матеріали і методи

Дослідження проводили в кінних господарствах Харківської області, у вибірку включали клінічно здорових коней обох статей, віком 3–7 років, розділених на контрольну (здорові коні n=10) та експериментальну групу (коні з ожирінням n=10).

Клінічні дослідження коней проводили згідно із загальноприйнятою методикою.

Дослідження сироватки крові проводили за допомогою фотометричної системи COBAS C 311 (Німеччина) з іон-селективними електродами для вивчення клінічних, біохімічних, показників сироватки крові. Визначення вмісту глікопротеїнів відбувалося за модифікованим методом О. П. Штейнберга та Я. Н. Доценка [16], хондроїтинсульфатів – за методом Nemeth–Csoka у модифікації

Л. І. Слущького [17, 18], фракції глікозаміногліканів – за М. Р. Штерном зі співавторами [19, 20]. Статистичний аналіз даних був здійснений за допомогою програми Minitab 19, Minitab Inc, USA. Параметри окремих біохімічних показників крові розглядали як непараметричні дані, виражені як медіана (Me) та перший (Q1) і третій (Q3) квантилі. Статистичну різницю між групами здійснювали за допомогою критерія Манна-Уїтні. Значущими вважалися відмінності між показниками у групах за $p < 0,05$. Кореляційні зв'язки з'ясували за допомогою визначення коефіцієнту рангової кореляції Спірмена (r_s).

Відповідно, вищенаведені методи дослідження дали змогу отримати детальні дані щодо стану компонентів сполучної тканини у коней з ожирінням, що своєю чергою розширює наше розуміння молекулярних механізмів, які відбуваються в

Таблиця 1

Показники стану сполучної тканини сироватки крові коней у нормі та за наявності ожиріння, з указаними медіанами (Me) та першим (Q1) і третім (Q3) квантилями ($n=10$)

Показники	Групи тварин					
	контрольна			дослідна		
	Me	Q1	Q3	Me	Q1	Q3
Глікозаміноглікани, од	4,9	4,4	5,1	5,9***	5,6	6,2
I фракція ГАГ, од	2,6	2,5	2,8	3,0*	2,7	3,3
II фракція ГАГ, од	1,3	1,2	1,3	1,6**	1,4	1,8
III фракція ГАГ, од	0,9	0,9	1,0	1,3**	1,1	1,4
Глікопротеїни, од	0,59	0,56	0,61	0,62*	0,59	0,72
Хондроїтинсульфати, г/л	0,103	0,091	0,106	0,118***	0,110	0,132
Лужна фосфатаза, од. Боданськи	7,2	6,3	7,9	11,3**	9,3	12,2

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – порівняно з контрольною групою.

Середні значення глікозаміногліканів у контрольній групі та групі з ожирінням становлять 4,9 та 5,9 відповідно ($p < 0,001$). Це своєю чергою супроводжується змінами фракційного складу глікозаміногліканів, а саме фракції ГАГ I, II, III також відзначаються варіацією між групами, де спостерігається збільшення у значеннях фракцій у коней з ожирінням. Варто зазначити, що ці зміни стосуються як кісткової, так і хрящової тканини. Щодо хондроїтинсульфатів, їх середнє значення у групі з ожирінням складає 0,118 порівняно з 0,103 у контрольній групі. Це може вказувати на вплив ожиріння на масу тіла тварин і, як наслідок, призвести до деструкції хрящової тканини опорно-рухового апарату коней.

Загальний профіль біохімічних показників також містить дані щодо лужної фосфатази, що є важливим показником функції кісткової тканини. Середнє значення лужної фосфатази становить 7,2 в контрольній групі та 11,3 у групі з ожирінням.

Зважаючи на вищенаведені, загальна тенденція вказує на те, що ожиріння суттєво впливає на біохімічні характеристики сполучної тканини коней, збільшення ГАГ та ХСТ може свідчити про зміни у структурі та складі молекул, що входять до складу міжклітинного матриксу тканин, збільшення лужної фосфатази може вказувати на активність клітин, що залучені до обміну речовин у кістковій та хрящовій тканинах. Отже, можна зазначити, що ожиріння коней

організмі тварини при такому стані. Це дослідження відкриває перспективи для розвитку персоналізованих підходів до лікування та управління здоров'ям коней, що стали жертвами ожиріння.

Результати та їх обговорення

У табл. 1. наведено дані щодо отриманих результатів аналізу показників стану сполучної тканини сироватки крові коней у нормі та за наявності ожиріння: запропоновано результати аналізу біохімічних показників у коней обох груп, які надають інформацію про зміни, що відбуваються у сироватці крові коней на рівні біологічних молекул. У таблиці представлені значення глікозаміногліканів (ГАГ), їх фракцій (I, II, III), хондроїтинсульфатів (ХСТ) та інших показників для обох груп коней.

впливає не лише на структуру, але й на функціональність сполучної тканини, збільшуючи ризик травм та знижуючи міцність тканин.

Порушення синтезу та структури – збільшення ГАГ у коней з ожирінням – може вказувати на порушення синтезу та/або деградацію глікозаміногліканів. Це може впливати на властивості міжклітинного матриксу, який підтримує цілісність та міцність тканин.

У табл. 2. наведено результати аналізу достовірних кореляційних зв'язків даних, які були отримані в табл. 1.

Із результатів, які наведено в табл. 2, випливає, що аналіз кореляційних зв'язків у клінічно здорових коней має такі залежності: значення кореляції між ГАГ та фракціями I, II, III досить високі (від 0,695 до 0,747). Це свідчить про позитивний зв'язок між концентрацією глікозаміногліканів та їхніми фракціями у сироватці крові коней; II та III фракції мають високий коефіцієнт кореляції (0,905), що свідчить про сильний позитивний зв'язок між ними. Це може вказувати на взаємозалежність у змінах концентрацій цих фракцій; ЛФ має від'ємний зв'язок з II фракцією глікозаміногліканів (–0,635) та III фракцією (–0,569).

Це може свідчити про те, що зі збільшенням концентрації цих фракцій може зменшуватися щільність фібриногену, що має значення для регулювання коагуляційних властивостей крові.

Таблиця 2

Результати аналізу достовірних кореляційних зв'язків показників стану сполучної тканини сироватки крові коней у нормі та за наявності ожиріння

	ГАГ	I	II	III	ГП	ХСТ	ЩФ
<i>Клінічно здорові коні</i>							
ГАГ	1						
I	0,695151*	1					
II	0,747356*	0,070293	1				
III	0,717975*	0,067687	0,905663*	1			
ГП	0,193909	0,452125	-0,0987	-0,08727	1		
ХСТ	0,247457	0,194574	0,152037	0,22966	0,634644*	1	
ЛФ	-0,20375	0,388783	-0,63546*	-0,56962*	0,360614	-0,04746	1
<i>Коні із ожирінням</i>							
ГАГ	1						
I	0,562892*	1					
II	0,582581*	-0,35862	1				
III	0,50582	-0,62862*	0,785224*	1			
ГП	0,720565*	0,28283	0,327922	-0,01779	1		
ХСТ	0,630635*	-0,70684*	0,681641*	0,143607	0,623864*	1	
ЛФ	-0,502508	-0,05658	0,718353*	-0,08027	0,319747	0,17592	1

Примітка: * – $p < 0,05$

Виявлені кореляції можуть бути важливими для розуміння внутрішньосистемних зв'язків та молекулярних механізмів, які відбуваються в організмі коней під впливом ожиріння.

Згідно із табл. 1 та табл. 2, ожиріння негативно впливає на стан компонентів сполучної тканини у коней. Це може призвести до зниження рухливості та працездатності тварин, а також підвищити загальний ризик травм.

У коней, які перебувають у нормальному стані, виявлено стійку та збалансовану композицію компонентів сполучної тканини у сироватці крові. Кількість глікозаміногліканів (ГАГ) та їхні фракції, а також хондроїтинсульфати (ХСТ) знаходяться в оптимальних величинах. Це свідчить про збереження сполучної тканини та оптимального функціонального стану організму коней. Глікозаміноглікани відповідають за еластичність та міцність тканин, а хондроїтинсульфати забезпечують стабільність хрящових структур.

У коней з ожирінням виявлені значні зміни в компонентах сполучної тканини сироватки крові. Спостерігається помітне зменшення вмісту глікозаміногліканів, зокрема фракцій I, II та III. Ці зміни можуть вказувати на порушення структури та функції сполучної тканини під впливом ожиріння. Також зафіксоване зниження рівня хондроїтинсульфатів, що може впливати на стійкість та міцність хрящових тканин.

Висновки

1. Результати дослідження свідчать про те, що ожиріння відзначається негативним впливом на стан компонентів сполучної тканини у коней. Це може призвести до зниження рухливості та працездатності тварин, а також підвищити загальний ризик травм.

2. Порушення синтезу та структури – збільшення ГАГ у коней з ожирінням – може вказувати на порушення синтезу та/або деградацію глікозаміногліканів, що впливає на властивості міжклітинного

матриксу, який підтримує цілісність та міцність тканин.

3. Аналіз кореляції показав, що: значення кореляції між ГАГ та фракціями I, II, III досить високі (від 0.695 до 0.747). Це свідчить про позитивний зв'язок між концентрацією глікозаміногліканів та їхніми фракціями у сироватці крові коней.

Перспективи подальших досліджень

Отримані результати підкреслюють, що ожиріння має важливий вплив на біохімічний склад та структуру сполучної тканини у коней, що може спричинити різноманітні функціональні та молекулярні наслідки.

Напрями подальших досліджень: вивчити вплив ожиріння на синтез глікозаміногліканів в різних органах і тканинах коней; вивчити вплив ожиріння на активність ферментів, які беруть участь у пошкодженні сполучної тканини; вивчити вплив ожиріння на процеси відновлення пошкодженої сполучної тканини.

Результати таких досліджень можуть сприяти розробці ефективних методів лікування і профілактики захворювань сполучної тканини у коней, що пов'язані з ожирінням.

Конфлікт інтересів

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

References

- Giles, S. L., Nicol, C. J., Rands, S. A., & Harris, P. A. (2015). Assessing the seasonal prevalence and risk factors for nuchal crest adiposity in domestic horses and ponies using the Cresty Neck Score. *BMC Veterinary Research*, 11 (1), 13. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0327-7>
- Jocelyn, N. A., Harris, P. A., & Menzies-Gow, N. J. (2018). Effect of varying the dose of corn syrup on the insulin and glucose response to the oral sugar test. *Equine Veterinary Journal*, 50 (6), 836–841. <https://doi.org/10.1111/evj.12826>

3. Karikoski, N. P., McGowan, C. M., Singer, E. R., Asplin, K. E., Tulamo, R.-M., & Patterson-Kane, J. C. (2014). Pathology of natural cases of equine endocrinopathic laminitis associated with hyperinsulinemia. *Veterinary Pathology*, 52 (5), 945–956. <https://doi.org/10.1177/0300985814549212>
4. Longland, A. C., Barfoot, C., & Harris, P. A. (2016). Effects of grazing muzzles on intakes of dry matter and water-soluble carbohydrates by ponies grazing spring, summer, and autumn swards, as well as autumn swards of different heights. *Journal of Equine Veterinary Science*, 40, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.09.009>
5. Longland, A. C., Barfoot, C., & Harris, P. A. (2016). Efficacy of wearing grazing muzzles for 10 hours per day on controlling bodyweight in pastured ponies. *Journal of Equine Veterinary Science*, 45, 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.04.015>
6. Marycz, K., Kornicka, K., Grzesiak, J., Śmieszek, A., & Szałpka, J. (2016). Macroautophagy and selective mitophagy ameliorate chondrogenic differentiation potential in adipose stem cells of equine metabolic syndrome: new findings in the field of progenitor cells differentiation. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016, 1–18. <https://doi.org/10.1155/2016/3718468>
7. Menzies-Gow, N. J., Harris, P. A., & Elliott, J. (2016). Prospective cohort study evaluating risk factors for the development of pasture-associated laminitis in the United Kingdom. *Equine Veterinary Journal*, 49 (3), 300–306. <https://doi.org/10.1111/evj.12606>
8. Morgan, R. A., Beck, K. R., Nixon, M., Homer, N. Z. M., Crawford, A. A., Melchers, D., Houtman, R., Meijer, O. C., Stomby, A., Anderson, A. J., Upreti, R., Stimson, R. H., Olsson, T., Michoel, T., Cohain, A., Ruusalepp, A., Schadt, E. E., Björkegren, J. L. M., Andrew, R., Kenyon, C. J., Hadoke, P. W. F., Odermatt, A., Keen, J. A., & Walker, B. R. (2017). Carbonyl reductase 1 catalyzes 20 β -reduction of glucocorticoids, modulating receptor activation and metabolic complications of obesity. *Scientific Reports*, 7 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-10410-1>
9. Morgan, R. A., Keen, J. A., Homer, N., Nixon, M., McKinnon-Garvin, A. M., Moses-Williams, J. A., Davis, S. R., Hadoke, P. W. F., & Walker, B. R. (2018). dysregulation of cortisol metabolism in equine pituitary pars intermedia dysfunction. *Endocrinology*, 159 (11), 3791–3800. <https://doi.org/10.1210/en.2018-00726>
10. Potter, S., Bamford, N., Harris, P., & Bailey, S. (2017). Incidence of laminitis and survey of dietary and management practices in pleasure horses and ponies in south-eastern Australia. *Australian Veterinary Journal*, 95 (10), 370–374. <https://doi.org/10.1111/avj.12635>
11. Reynolds, A., Keen, J. A., Fordham, T., & Morgan, R. A. (2019). Adipose tissue dysfunction in obese horses with equine metabolic syndrome. *Equine Veterinary Journal*, 51 (6), 760–766. <https://doi.org/10.1111/evj.13097>
12. Robin, C. A., Ireland, J. L., Wylie, C. E., Collins, S. N., Verheyen, K. L. P., & Newton, J. R. (2014). Prevalence of and risk factors for equine obesity in Great Britain based on owner-reported body condition scores. *Equine Veterinary Journal*, 47 (2), 196–201. <https://doi.org/10.1111/evj.12275>
13. Robles, M., Nouveau, E., Gautier, C., Mendoza, L., Dubois, C., Dahirel, M., Lagofun, B., Aubrière, M.-C., Lejeune, J.-P., Caudron, I., Guenon, I., Viguié, C., Wimel, L., Bouraima-Lelong, H., Serteyn, D., Couturier-Tarrade, A., & Chavatte-Palmer, P. (2018). Maternal obesity increases insulin resistance, low-grade inflammation and osteochondrosis lesions in foals and yearlings until 18 months of age. *PLoS ONE*, 13 (1), e0190309. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190309>
14. Santillana, N., Astudillo-Guerrero, C., D'Espessailles, A., & Cruz, G. (2023). White adipose tissue dysfunction: pathophysiology and emergent measurements. *Nutrients*, 15 (7), 1722. <https://doi.org/10.3390/nu15071722>
15. Wallis, N., & Raffan, E. (2020). The genetic basis of obesity and related metabolic diseases in humans and companion animals. *Genes*, 11 (11), 1378. <https://doi.org/10.3390/genes11111378>
16. Leontieva, F. S., Riabkova, L. P., Kibkalo, D. V., Tuliakov, V. O., Tymoshenko, O. P., Filipenko, V. A., & Kartashov, M. I. (2006). Patent No. 29198. U.A. *Sposib vyznachennia fraktsii sulfatovanykh heksozaminohlikaniv*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/311637/> [in Ukrainian]
17. Shteinberh, O. P., & Dotsenko, Ya. N. (1962). Opredefnenie glikoproteidov v syvorotke krovi. *Vrachebnoe Delo*, 12, 43–45. [in Russian]
18. Németh-Csóka, M. (1961). A turbidimetric method for the determination of chondroitin sulphuric acid by Rivanol. *Biochimica et Biophysica Acta*, 50 (3), 585–588. [https://doi.org/10.1016/0006-3002\(61\)90023-3](https://doi.org/10.1016/0006-3002(61)90023-3)
19. Tymoshenko, O. P., Voronina, L. M., Kravchenko, V. M., Kravchenko, H. B., Naboka, O. I., Savchenko, L. H., Sakharova, T. S., Seniuk, I. V., Filatova, V. M., Shono, N. A., Zahaiko, A. L., & Leontieva, F. S. (2003). *Klinichna biokhimiia: navchalnyi posibnyk*. Kharkiv: Zoloti storinky [in Ukrainian]
20. Leontieva, F. S., Tymoshenko, O. P., Kartashov, M. I., Yushchenko, H. O., Kibkalo, D. V., Tuliakov, V. O., & Borovkov, S. B. (2006). Patent No. 28147. U.A. *Sposib vyznachennia hlikozaminohlikaniv*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/310753/> [in Ukrainian]
21. Ricard-Blum, S. (2017). Protein–glycosaminoglycan interaction networks: Focus on heparan sulfate. *Perspectives in Science*, 11, 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.pisc.2016.10.004>

ORCID

- S. Borovkov  <https://orcid.org/0000-0003-3021-2410>
 O. Timoshenko  <https://orcid.org/0000-0001-9696-1698>
 V. Borovkova  <https://orcid.org/0000-0002-3422-9394>



2023 Borovkov 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.

Age and breed susceptibility of dogs to trichurosis

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. (2023). Age and breed susceptibility of dogs to trichurosis. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 131–136. doi: 10.31210/spi2023.26.04.23

The domesticated dog (*Canis lupus familiaris* Linnaeus, 1758), plays an important role as a reservoir of numerous intestinal parasites that are potential sources of infection for humans, wildlife and other domestic animals. Therefore, the study of the spread of canine helminth infections in different regions of Ukraine is considered one of the important elements in ensuring epizootic well-being from parasitic diseases of both animals and humans. The aim of the study was to establish the peculiarities of age and breed susceptibility of dogs to trichurotic infection in the city of Poltava. The work was carried out in 2021–2023 at the Laboratory of Parasitology of Poltava State Agrarian University. The research was conducted on animals of five age groups (up to 6 months, 6–12 months, 1–3 years, 3–6 years, over 6 years of age) and four groups of dogs formed by breed (service, hunting, decorative, purebred, and mixed breed). Coproovoscopic studies were carried out using conventional flotation techniques. Studies have revealed a significant spread of trichurotic infection in dogs in the city of Poltava with an infection rate of 19.8 %. In the age aspect, the disease was most often detected in animals aged 6 to 12 months (EI – 31.2 %), and least of all in dogs over 6 years old (EI – 10.0 %). Among the four groups of animals formed on the basis of breed, the highest proportion of patients with trichurosis was recorded among purebred dogs and mongrels – 34.6 %, with an EI of 6.9 %, and the lowest among dogs of decorative breeds – 13.2 %, with an EI of 2.6 %. Among the hunting breeds, Labrador Retriever and Dachshund were the most infected (EI – 2.2 and 1.1 %, respectively), and Kurzhaar was the least infected (EI – 0.4 %). Among working and service dogs, the most affected by the trichurosis pathogen were Rottweiler and German Shepherd (EI – 1.0 and 0.9 %, respectively), and the least affected were Boxer, Caucasian Shepherd and Doberman Pinscher (EI – 0.2 %, 0.2 % and 0.3 %, respectively). Among decorative breeds, the most affected were pug and toy terrier (EI – 0.7 and 0.5 %, respectively). In contrast, the disease was not recorded in Pincher dogs at all. The data obtained are of both theoretical and practical value for veterinary medicine specialists, as they allow predicting the epizootic health of canine trichurosis in certain areas and developing scientifically based measures to prevent or overcome existing foci of the disease among the infected and susceptible dog population.

Keywords: parasitology, trichurosis, *Trichuris vulpis*, dogs, distribution, age and breed susceptibility.

Вікова та породна сприйнятливність собак за трихурузу

О. С. Долгін

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Пес свійський (*Canis lupus familiaris* Linnaeus, 1758) або собака свійська, відіграє роль важливого резервуару численних кишкових паразитів, які є потенційними джерелами інвазії як для людей, так і для диких й інших домашніх тварин. Тому вивчення поширення гельмінтозів собак на території різних областей України вважається одним з важливих елементів у забезпеченні епізоотичного благополуччя з паразитарних захворювань як тварин, так і людей. Метою роботи було встановити особливості вікової та породної сприйнятливості собак за трихурузою на території міста Полтава. Роботу виконували упродовж 2021–2023 років на базі лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету. Дослідження проводили на тваринах п'яти вікових груп (до 6 місяців, 6–12 місяців, 1–3 роки, 3–6 років, старше 6-річного віку) та чотирьох групах собак, сформованих за породною ознакою (службові, мисливські, декоративні, безпородні й метиси). Копроовоскопічні дослідження здійснювали за використання загальноприйнятих флотажічних методик. Дослідженнями встановлено значне розповсюдження трихурузою собак на території міста Полтава за екстенсивності інвазії 19,8 %. У віковому аспекті хворобу найчастіше виявляли у тварин віком від 6-ти до 12 місяців (EI – 31,2 %), а найменше – у собак старше 6 років (EI – 10,0 %). З-поміж чотирьох груп тварин, сформованих за породною ознакою, найбільша частка хворих на трихурузу зафіксована серед безпородних собак та метисів – 34,6 % за EI – 6,9 %, а найменша – серед собак декоративних порід – 13,2 % за EI – 2,6 %. З-поміж собак мисливських порід найбільш інвазованими виявилися лабрадор ретривер і такса (EI – 2,2 і 1,1 % відповідно), а найменше – курцхаар (EI – 0,4 %). Серед собак службових та робочих порід найбільш ураженими збудником трихурузу були ротвейлер і німецька вівчарка (EI – 1,0 і 0,9 % відповідно), а найменше – боксер, кавказька вівчарка і доберман пінчер (EI – 0,2 %, 0,2 % і 0,3 % відповідно). Серед собак декоративних порід найбільш ураженими були мопс і той-тер'єр (EI – 0,7 і 0,5 % відповідно). Натомість у собак породи пінчер хворобу не реєстрували взагалі. Отримані дані мають як теоретичну, так і практичну цінність для фахівців ветеринарної медицини, оскільки дозволяють прогнозувати епізоотичне благополуччя щодо трихурузу собак на окремих територіях та розробляти науково обґрунтовані заходи щодо профілактики чи подолання вже існуючих осередків захворювання серед інвазованого та сприйнятливої популяції собак.

Ключові слова: паразитологія, трихуруз, *Trichuris vulpis*, собаки, поширення, вікова та породна сприйнятливність.**Бібліографічний опис для цитування:** Долгін О. С. Вікова та породна сприйнятливність собак за трихурузу. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 131–136.

Вступ

Інфекційні та інвазійні захворювання в умовах загальної глобалізації планети набувають все більшої актуальності [1–5]. Популяризація утримання собак, як домашніх улюбленців, проведення різноманітних виставок, використання загальних вигулів сприяють збільшенню ризиків розповсюдження паразитарних захворювань, збудниками яких можуть бути акарози, ентомози, гельмінтози та протозоози [6–12]. З-поміж всіх захворювань собак паразитарної етіології левову частку займають гельмінтози. Зокрема, науковці з Нігерії за наслідками копроовоскопічних досліджень вказують на значне розповсюдження серед популяції свійських собак збудників нематодозів, таких як *Toxocara canis*, *Ancylostoma* sp., *Trichuris vulpis* та *Toxascaris leonina* [13].

Китайські дослідники встановили, що на території провінції Цінхай захворювання собак, що викликані збудниками гельмінтозів, переважають над тими, що викликані протозоозами. Зокрема, із жовтня 2019 по грудень 2020 рік за використання класичних методів копроовоскопії та методу ПЛР науковці дослідили 682 зразки фекалій і встановили, що ураженість собак гельмінтозами становить 5,87%. Натомість, протозойні захворювання діагностували лише у 3,37% обстежених собак. При цьому авторами було ідентифіковано гельмінтів *Taenia hydatigena* (1,03%), *T. multiceps* (0,59%), *T. canis* (0,59%), *Echinococcus shiquicus* (0,29%), *Dipylidium caninum* (0,29%), *T. pisiformis* (0,15%), *Mesocostoides lineatus* (0,15%), *T. vulpis* (0,15%) та *Ancylostoma* sp. (0,15%) [14].

Науковцями з Оклахоми, що на південному заході Сполучених Штатів Америки, у 2019 році, також, було проведено подібні дослідження, при цьому встановлено, що серед популяції свійських собак найчастіше діагностуються гельмінтози, викликані *Ancylostoma* sp. (14,5%) та *T. vulpis* (6,7%). Набагато рідше захворювання були викликані гельмінтами *T. canis*, *Alaria* sp., *Taenia* sp. або *Heterobilharzia americana* [15].

За наслідками моніторингових копроовоскопічних досліджень собак, що були проведені вченими з Аргентини у 2018 році, встановлено інвазування тварин збудниками *T. canis* (5,0%), *Echinococcus* sp./*Taenia* sp. (2,5%), *T. vulpis* та *Uncinaria* sp. (1,3%). Автори зазначають про перебіг хвороб як у вигляді моно-, так і мікстінвазій [16].

Слід зазначити, що гельмінтози у собак, також, є досить поширеними на території України. Так, дослідженими науковців з Полтавського державного аграрного університету, проведеними на території міста Полтава, встановлено значне інвазування собак кишковими гельмінтами *D. caninum*, *T. canis*, *T. vulpis*, *U. stenocephala* за екстенсивності інвазії 2,29, 12,84, 20,18, 11,01% відповідно [17].

Про високий рівень інвазованості собак збудниками гельмінтозів на території Білоцерківського району свідчать дані науковців Saichenko, & Antipov, 2020. Вченими доведено, що інвазованість собак збудниками гельмінтозів у середньому становила 50,18%. У фекаліях тварин авторами було виявлено яйця гельмінтів *T. vulpis*,

T. canis, *A. caninum*, *T. leonina*, *Strongyloides stercoralis* та *Capillaria* sp. [18].

На території м. Харкова, за даними Kitichenko, & Melnychuk, 2023, фауна нематод органів травлення собак представлена гельмінтами *T. vulpis* (ЕІ від 7,5 до 22,9%), *T. canis* (ЕІ від 5,1 до 37,0%), *T. leonina* (ЕІ від 2,4 до 17,1%) та роду *Ancylostoma/Uncinaria* (ЕІ від 1,7 до 16,8%) [19].

Наразі, завдяки сучасним методам досліджень з'явилася змога провести більш точні дослідження з метою визначення виду паразита, навіть, за його ембріональною стадією у вигляді яйця. Донедавна збудником трихуридозу собак науковці вважали лише вид *T. vulpis*, проте проведеними у 2021 році молекулярними дослідженнями яєць трихурисів, виділених із фекалій собак, науковцями з М'янми (південносхідноазійська країна) було доведено, що у собак окрім виду *T. vulpis* може паразитувати також *T. trichiura*, який донедавна вважали специфічним лише для людей [20].

Подібні дослідження були проведені вченими з Малайзії у 2021 році. Науковці за допомогою молекулярних методів досліджень проаналізували яйця трихурисів, що були виділені з фекалій людей, собак та котів. З цією метою вчені проводили секвенування ділянки малих субодиниць рибосомної РНК яєць нематоди *Trichuris* sp., виділених із фекалій. Молекулярний аналіз показав, що 98,7% яєць, виділених з фекалій людей, були ідентифіковані як *T. trichiura*, в той же час 1,3% були ідентифіковані як *T. vulpis*. Що стосується зразків фекалій від тварин, то 56,8 і 43,2% були ідентифіковані як *T. trichiura* і *T. vulpis* відповідно [21].

Отже, враховуючи високий зоонозний потенціал нематод роду *Trichuris*, що паразитують у собак, а також значним поширенням хвороби у світовому масштабі, актуальність подальших досліджень у вивченні особливостей епізоотичного процесу за трихуридозної інвазії собак не викликає сумніву.

Мета дослідження

Метою дослідження було встановити особливості вікової та порідної сприйнятливості собак за трихуридозної інвазії на території міста Полтава.

Матеріали і методи

Роботу виконували впродовж 2021–2023 рр. на базі лабораторії паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету. За цей період на території міста Полтава було обстежено 1342 голови собак.

Копроовоскопічні дослідження собак здійснювали за використанням загальноприйнятих способів флотації. Основним показником ураження собак збудником трихуридозу була екстенсивність інвазії (ЕІ, %).

Вікову сприйнятливості за трихуридозу собак досліджували на п'яти вікових групах тварин: до 6 місяців; 6–12 місяців; 1–3 роки; 3–6 років; старше 6 річного віку.

Порідну сприйнятливість до трихурозу досліджували на чотирьох групах тварин сформованих за порідною ознакою: службові; мисливські; декоративні; безпородні та метиси.

Результати та їх обговорення

Копроовоскопічними дослідженнями собак, проведеними на території м. Полтава, встановлено значне їх інвазування збудником трихурозу. Середній показник екстенсивності інвазії склав 19,8 %. Слід зауважити, що яйця трихурисів нами було виявлено у фекаліях від собак усіх досліджуваних вікових груп (рис. 1), проте, показник екстенсивності інвазії у тварин різного віку мав відмінності.

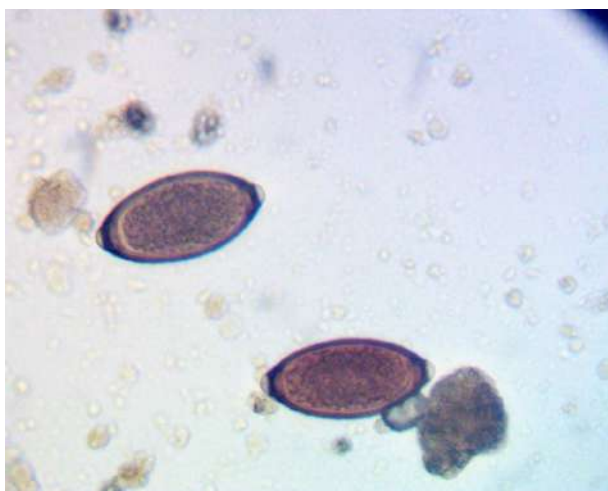


Рис. 1. Яйця трихурисів, виділені з фекалій собак (×400)

Нами зафіксовано певну закономірність. Зокрема, з віком собак показник екстенсивності трихурозної інвазії зростає та максимального значення набуває серед тварин у віці від 6-ти до 12-ти місяців. В подальшому, у більш старших тварин ЕІ поступово

знижувалася та мінімального значення набувала серед групи собак старших 6-ти річного віку (табл. 1).

Таблиця 1

Екстенсивність трихурозної інвазії залежно від віку собак

Показник	Вікова група тварин				
	до 6 міс	6–12 міс	1–3 роки	3–6 роки	старше 6 років
Досліджено	261	250	259	252	320,0
Інвазовано	34	78	72	50	32
ЕІ, %	13,0	31,2	27,8	19,8	10,0

Таким чином, у молодих тварин до 6-ти місячного віку показник ЕІ становив 13,0 %. Максимально високе значення ЕІ відмічене серед собак віком від 6-ти до 12-ти місяців – 31,2 %. Натомість, у більш старших вікових групах зафіксоване помітне зниження рівня ураженості. Зокрема, у тварин віком від 1-го до 3-х річного віку ЕІ – 27,8 %, від 3-х до 6-ти річного віку ЕІ – 19,8 % та найменшого значення цей показник набував у тварин, що були старше 6-ти річного віку ЕІ – 10,0 %.

Отже, за результатами проведених досліджень встановлено, що найбільш ураженими збудником трихурозу виявилися собаки у віці від 6-ти до 12-ти місяців.

При визначенні породної сприйнятливості собак до трихурозу нами встановлено, що усі досліджувані породні групи, а також метиси й безпородні собаки були схильні до ураження збудником *T. vulpis*. Слід зауважити, що з-поміж породних груп було помічені певні відмінності.

Так, аналізуючи показник відсотку інвазованості собак з різних породних груп в порівнянні до загальної кількості виявлених хворих тварин за період дослідження, встановлено, що найбільша частка припадає на метисів та безпородних тварин (34,6 %). Дещо менше (27,1 та 25,2 %) на мисливських та службових й робочих порід, і, найменша частка (13,2 %) припадає на собак декоративних порід (рис. 2).

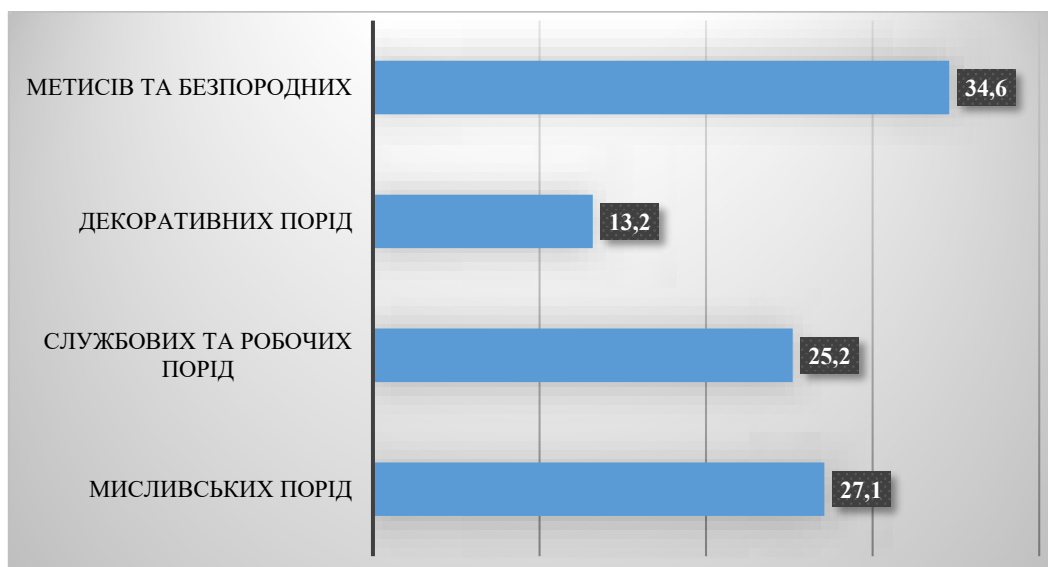


Рис. 2. Відсоткове співвідношення інвазованості собак різних породних груп збудником трихурозу

Дослідженнями встановлено, що найбільш інвазованою виявилася група метисів та безпородних собак за екстенсивності інвазії 6,9 % (табл. 2). Менш ураженими виявилися собаки мисливських – EI – 5,4 %,

а також службових й робітничих порід – EI – 5,0 %. Натомість, тварини, що належали до декоративної породної групи виявилися найменш інвазованими трихурисами (EI становив лише 2,6 %).

Таблиця 2

Породна сприйнятливість собак до збудника трихурозу

Породи	Досліджено	Інвазовано	EI, %
<i>Мисливських порід</i>	<i>347,0</i>	<i>72,0</i>	<i>5,4</i>
Лабрадор ретривер	115,0	29,0	2,2
Кокер-спаніель	76,0	12,0	0,9
Курцхаар	18,0	5,0	0,4
Такса	89,0	15,0	1,1
Ягтер'єр	49,0	11,0	0,8
<i>Службових та робочих порід</i>	<i>342,0</i>	<i>67,0</i>	<i>5,0</i>
Американський стаф. тер'єр	55	10	0,7
Аляскінський маламут	42	6	0,4
Доберман-пінчер	17	4	0,3
Малінуа	8	6	0,4
Німецька вівчарка	103	13	1,0
Ротвейлер	29	12	0,9
Боксер	10	3	0,2
Кавказька вівчарка	35	3	0,2
Алабай	18	5	0,4
Сибірський хаскі	25	5	0,4
<i>Декоративних порід</i>	<i>435,0</i>	<i>35,0</i>	<i>2,6</i>
Мопс	97	9	0,7
Йоркширський тер'єр	112	5	0,4
Французький бульдог	75	6	0,4
Пінчер	53	0	0,0
Пекінес	9	3	0,2
Цверг-шнауцер	71	5	0,4
Той-тер'єр	18	7	0,5
<i>Метисів та безпородних</i>	<i>218,0</i>	<i>92,0</i>	<i>6,9</i>

Нами встановлено, що у групі тварин мисливських порід найбільш сприйнятливими до захворювання виявилися лабрадор ретривер і такса за екстенсивності інвазії 2,2 і 1,1 % відповідно. Натомість, найменш інвазованою трихурисами виявилася порода курцхаар (EI – 0,4 %).

З-поміж собак службових та робочих порід найвищу екстенсивність трихурозної інвазії зафіксовано у порід німецька вівчарка і ротвейлер (EI – 1,0 і 0,9 %). Серед собак порід боксер, кавказька вівчарка та доберман пінчер трихурозну інвазію діагностували найрідше (0,2 та 0,3 % відповідно).

Слід зауважити, що серед собак декоративних порід найбільш сприйнятливими до збудника трихурозу виявилися породи мопс і той-тер'єр, у яких показник EI був найвищим й становив 0,7 і 0,5 % відповідно. Поряд з тим, серед собак породи пінчер хворих на трихуроз взагалі не виявлено.

Таким чином, найбільш сприйнятливими до трихурозної інвазії виявилися метиси та безпородні тварини.

Аналізуючи показники EI трихурозної інвазії серед собак різних вікових та породних груп встановлено, що незважаючи на вік тварин, найбільшого ураження зазнавали метиси і безпородні (рис. 3).

Встановлено, що безпородні собаки та метиси порівняно з іншими досліджуваними порідними групами собак мали найвищі показники EI. Зокрема, екстенсивність інвазії у собак до 6-ти місячного віку становила 40,0 %, у 6–12 місячного віку – 61,5 %, 1–3 річного віку – 46,7 %, 3–6 річного віку – 38,6 % та тварин старше 6 річного віку – 28,1 %.

Слід зазначити, що з-поміж собак, що відносилися до мисливських порід, показник екстенсивності інвазії у тварин віком до 6-ти місяців становив 18,1 %, у віці від 6-ти до 12-ти місяців – 39,6 %, від 1-го до 3-х років – 30,3 %, від 3-х до 6-ти років – 16,3 %, і старше 6-ти років – 7,2 %.

У тварин службових та робочих порід EI у собак до 6-ти місячного віку становила 8,2 %, у 6–12 місячного віку – 21,7 %, 1–3 річного віку – 39,0 %, 3–6 річного віку – 19,6 % та тварин старше 6 річного віку – 8,3 %.

Найнижчі показники EI виявилися у тварин декоративних порід. Так у тварин віком до 6-ти місяців цей показник становив 8,9 %, у віці від 6-ти до 12-ти місяців – 14,8 %, від 1-го до 3-х років – 9,3 %, від 3-х до 6-ти років – 5,8 %, і старше 6-ти років – 2,6 %.

Таким чином, найбільшого ураження трихурозом зазнають безпородні собаки та метиси незалежно від їх віку.

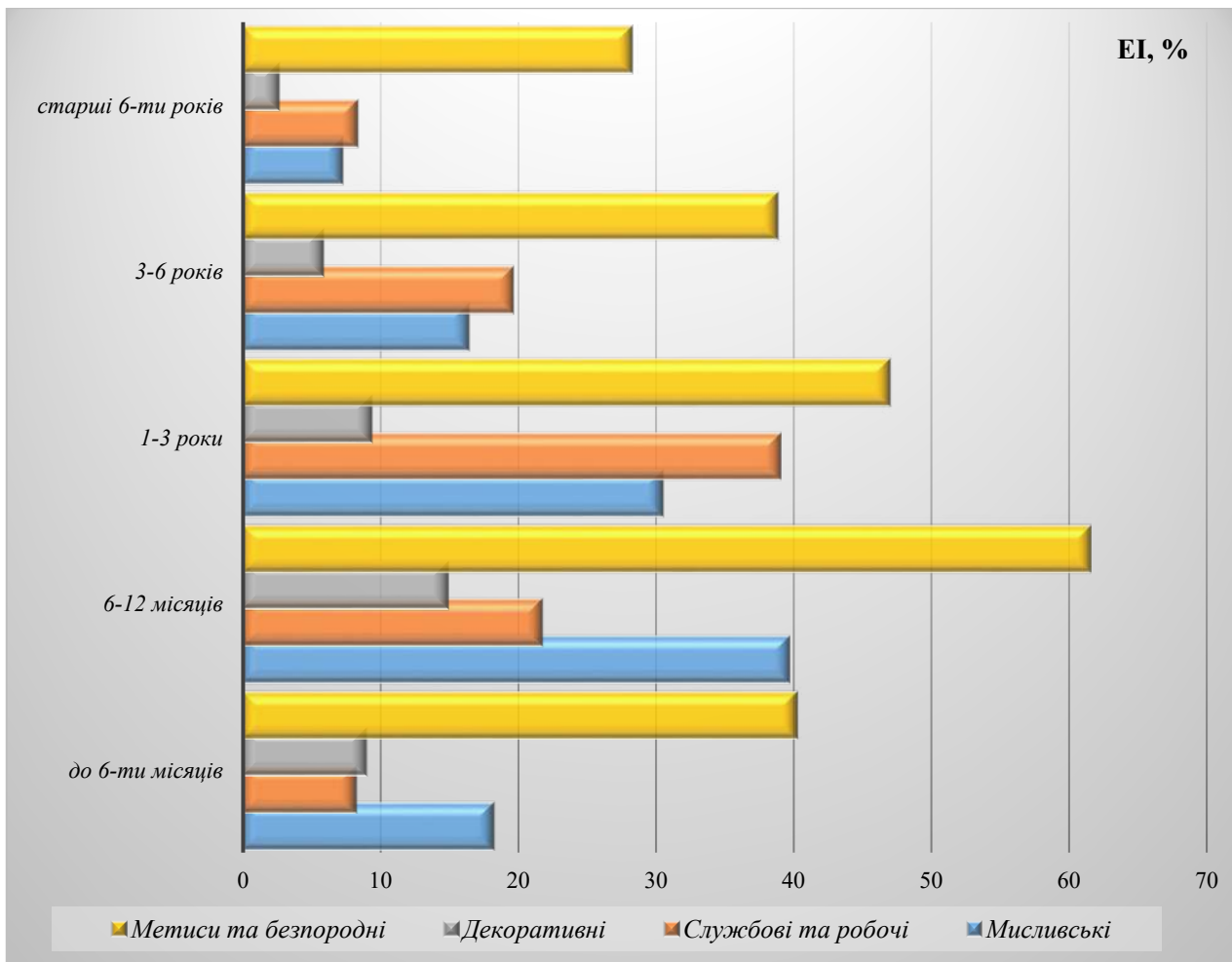


Рис. 3. Показники екстенсивності трихурозної інвазії у собак різних вікових та породних груп

З-поміж виявлених науковцями гельмінтів травного тракту собак збудник трихурозу – *T. vulpis* виявляють у різних куточках світу чи не найчастіше, що й надає актуальності цій хворобі. Високий показник ураженості собак збудником трихурозу, пов'язаний з його біологічним циклом та високою стійкістю екзогенної стадії розвитку до несприятливих факторів навколишнього середовища. Слід зазначити, що нематоди з роду *Trichuris* є досить стійкими, навіть, до деяких дезінфікуючих засобів [22–24].

Актуальності стосовно вивчення питань епізоотичного процесу надають дані досліджень науковців із застосуванням сучасного лабораторного обладнання, що доводять високий зоонозний потенціал нематод *T. vulpis* та *T. trichiura*. Дослідники на генетичному рівні при проведенні філогенетичного аналізу яєць паразитів, виділених як з фекалій людей, так із фекалій собак й котів довели, що ізоляти *T. trichiura* генетично відрізняються від ізолятів *T. vulpis* у різних досліджуваних господарів. Це відкриття означає, що тварини-компаньйони можуть бути резервуаром і механічним переносником нематоди *T. trichiura* у людини, а також підкреслює зоонозний потенціал *T. vulpis*. Цей висновок також може свідчити про те, що можлива перехресна передача збудників між людиною та твариною-хазяїном [20, 21].

За нашими дослідженнями встановлено, що захворювання є досить поширеним серед популяції свійських собак на території м. Полтава за EI 19,8 %, що цілком узгоджується з даними науковців із Туреччини. Останні зазначають про ураження собак збудником трихурозу за коливань показнику EI в різних містах країни від 0,6 до 6,9 % [25]. Також про значне поширення хвороби вказують дослідники з Аргентини [26], Бразилії [27], а також України [5, 17, 19].

Висновки

Встановлено, що на території міста Полтава серед популяції свійських собак трихуроз є поширеним паразитарним захворюванням за середньої екстенсивності інвазії 19,8 %. Більш сприйнятливими до захворювання виявилися тварини у віці від 6-ти до 12-ти місячного віку (EI – 31,2 %). Найвищий відсоток хворих на трихуроз тварин зафіксовано серед метисів і безпородних собак (34,6 % за EI – 6,9 %), а найнижчий серед декоративних порід (13,2 % за EI – 2,6 %). Серед собак мисливських порід найбільш інвазованими виявилися лабрадор ретривер і такса (EI – 2,2 і 1,1 % відповідно), службових та робочих – ротвейлер та німецька вівчарка (EI – 1,0 і 0,9 % відповідно), декоративних – мопс і той-тер'єр (EI – 0,7 і 0,5 % відповідно).

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні сезонної динаміки трихурузної інвазії серед свійських собак та особливостей асоціативного перебігу захворювання у складі інших паразитозів.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Stankevych, V. V., Tarabarova, S. B., & Cherevko, O. M. (2019). The hygienic issue of helminth pollution of the environment and helmenthiasis preventive measures (review). *Hygiene of Populated Places*, 2019 (69), 237–242. <https://doi.org/10.32402/hygiene2019.69.237>
2. Macpherson, C. N. L. (2013). The epidemiology and public health importance of toxocarosis: A zoonosis of global importance. *International Journal for Parasitology*, 43 (12–13), 999–1008. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.07.004>
3. Mathison, B. A., & Pritt, B. S. (2018). A Systematic overview of zoonotic helminth infections in North America. *Laboratory Medicine*, 49 (4), e61–e93. <https://doi.org/10.1093/labmed/lmy029>
4. Gordon, C. A., McManus, D. P., Jones, M. K., Gray, D. J., & Gobert, G. N. (2016). The increase of exotic zoonotic helminth infections. *Advances in Parasitology*, 311–397. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2015.12.002>
5. Public Health Measures to Control Helminth Infections. (2000). *Nutritional Anemias*, 231–256. <https://doi.org/10.1201/9781420036787-16>
6. Borodai, Y. O., & Godyna, V. P. (2019). Distribution and peculiarities of dog trichuriasis course on the territory of the town of Poltava. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 200–206. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.27>
7. Ugbomoiko, U. S., Ariza, L., & Heukelbach, J. (2008). Parasites of importance for human health in Nigerian dogs: high prevalence and limited knowledge of pet owners. *BMC Veterinary Research*, 4 (1). <https://doi.org/10.1186/1746-6148-4-49>
8. Traversa, D. (2011). Are we paying too much attention to cardio-pulmonary nematodes and neglecting old-fashioned worms like *Trichuris vulpis*? *Parasites & Vectors*, 4 (1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-4-32>
9. Beirovand, M., Rafiei, A., Razmjou, E., & Maraghi, S. (2018). Multiple zoonotic helminth infections in domestic dogs in a rural area of Khuzestan Province in Iran. *BMC Veterinary Research*, 14 (1). <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1529-6>
10. Mehlhorn, H. (2016). Dog Parasites. *Encyclopedia of Parasitology*, 777–778. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43978-4_3817
11. Deak, G., Ionică, A. M., Nădășan-Cozma, G., & Mihalca, A. D. (2020). Dermatobia hominis in a dog imported from Brazil to Romania. *Parasites & Vectors*, 13 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04264-2>
12. Tadesse, M., Ayana, D., Kumsa, B., & Fromsa, A. (2020). Zoonotic helminth parasites of dog in Bishoftu Town, central Ethiopia: prevalence, dog owners' knowledge and control practice. *Ethiopian Veterinary Journal*, 24 (1). <https://doi.org/10.4314/evj.v24i1.7>
13. Sowemimo, O. A., & Asaolu, S. O. (2010). Comparison of two techniques for diagnosis of intestinal helminthiasis in dogs in Ile-Ife, Nigeria. *Zoologist*, 7 (1). <https://doi.org/10.4314/tzool.v7i1.52095>
14. Zhang, X., Jian, Y., Ma, Y., Li, Z., Fu, Y., Cairang, Z., Wang, X., Duo, H., & Guo, Z. (2022). Prevalence of Intestinal Parasites in Dog Faecal Samples from Public Environments in Qinghai Province, China. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 11 (11), 1240. <https://doi.org/10.3390/pathogens11111240>
15. Duncan, K. T., Koons, N. R., Litherland, M. A., Little, S. E., & Nagamori, Y. (2020). Prevalence of intestinal parasites in fecal samples and estimation of parasite contamination from dog parks in central Oklahoma. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 19, 100362. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2019.100362>
16. 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>
17. Korchan, L., Zamazyi, A., & Prykhodko, Y. (2022). Species composition and peculiarities of the course of dog parasitoses on the territory of the city of Poltava. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24 (107), 44–48. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10708>
18. 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>
19. Kitichenko, A., & Melnychuk, V. (2023). Age dynamics and breed susceptibility of dogs to intestinal nematodes in the city of Kharkiv. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 92–96. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.17>
20. Htun, L. L., Rein, S. T., Win, S. Y., Soe, N. C., Thein, S. S., Khaing, Y., Thaw, Y. N., Chel, H. M., Hmoon, M. M., & Bawm, S. (2021). Occurrence of gastrointestinal helminths and the first molecular detection of *Ancylostoma ceylanicum*, *Trichuris trichiura*, and *Trichuris vulpis* in dogs in Myanmar. *Parasitology research*, 120(10), 3619–3624. <https://doi.org/10.1007/s00436-021-07290-w>
21. Mohd-Shaharuddin, N., Lim, Y. A. L., Hassan, N. A., Nathan, S., & Ngui, R. (2019). Molecular characterization of *Trichuris* species isolated from humans, dogs and cats in a rural community in Peninsular Malaysia. *Acta tropica*, 190, 269–272. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.11.026>
21. Dolhin, O. S. (2021). Monitoring epizootic situation of dog trichuriasis on the territory of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 214–220. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.28>
22. Yevstafieva, V. A., Kravchenko, S. O., Gutyj, B. V., Melnychuk, V. V., Kovalenko, P. N., & Volovyk, L. B. (2019). Morphobiological analysis of *Trichuris vulpis* (Nematoda, Trichuridae), obtained from domestic dogs. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10 (2), 165–171. <https://doi.org/10.15421/021924>
23. Yevstafieva, V. A., Yuskiv, I. D., & Melnychuk, V. V. (2016). 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>
24. Melnychuk, V. V. (2015). Desinvasive efficiency of «Bi-des» and «Brovades-plus» relatively to eggs of *Trichuris suis*. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 113–115. <https://doi.org/10.31210/visnyk2015.03.19>
25. Akkuş, G. N., & Yıldız, K. (2022). *Trichuris Vulpis* ve yalancı addison hastalığı. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, 13(3), 143–151. <https://doi.org/10.38137/vfid.1120609>
26. Lavallén, C., Lavallén, C., Del Rio, M., Allega, L., Denegri, G., Denegri, G., Dopchiz, M. C., & Dopchiz, M. C. (2023). Enteroparasitos zoonóticos caninos con el enfoque de “Una Salud” en la ciudad de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. *Ciencia Veterinaria*, 25(1), 38–63. <https://doi.org/10.19137/cienvet202325103>
27. Curi, N. H. A., Paschoal, A. M. O., Massara, R. L., Santos, H. A., Guimarães, M. P., Passamani, M., & Chiarello, A. G. (2016). Risk factors for gastrointestinal parasite infections of dogs living around protected areas of the Atlantic Forest: implications for human and wildlife health. *Brazilian Journal of Biology*, 77 (2), 388–395. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.19515>

ORCID

O. Dolhin  <https://orcid.org/0000-0003-0368-317X>



2023 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.

Estimating the nitrate content of potatoes

S. Mykhailiutenko[✉] | V. Yevstafieva | V. Melnychuk | L. Kuzmenko

Article info

Correspondence Author

S. Mykhailiutenko

E-mail:

sv_81@ukr.net

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

Citation: Mykhailiutenko, S., Yevstafieva, V., Melnychuk, V., & Kuzmenko, L. (2023). Estimating the nitrate content of potatoes. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 137–140. doi: 10.31210/spi2023.26.04.24

Recently, ecologists, humane and veterinary doctors have been highlighting the topic of food safety. Over the past decade, much attention has been paid to the issue of a "healthy plate". With the advent of seasonal vegetables, the nitrate content of food is becoming increasingly important. The largest amount of nitrates is accumulated in plant-based foods, so the latter are the main source of nitrates in the human body. The aim of the study was to determine the nitrate content in potatoes and to compare the results with the maximum permissible concentrations (MPC). The study of the vegetable safety index was carried out on the basis of the Laboratory of Veterinary and Sanitary Examination of the Faculty of Veterinary Medicine of Poltava State Agrarian University by comparative evaluation of the samples we selected. The permissible concentrations of nitrates in fruits and vegetables are specified in the State Hygienic Rules and Regulations "Regulation of Maximum Levels of Certain Pollutants in Food Products", approved by the Order of the Ministry of Health of Ukraine № 368 dated 13.05.2013. For the study, we selected samples of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) grown in the Poltava region. In early July 2022, vegetables were purchased at one of the spontaneous markets and directly at the market in Poltava. The content of nitrate ions in potatoes was experimentally recorded and their suitability for consumption was determined by this indicator. The quantitative determination of NO₃ in this vegetable was carried out using a household nitrate meter Anmez Greentest. The experimental data were processed by standard methods of mathematical statistics and compared with the MPC. The concentration of nitrate ions (mg/kg) in the studied samples ranged from 100 to 3600. The average NO₃ in potatoes purchased at the Poltava market was within the normal range (168.6 mg/kg). The tests revealed an excessive nitrate content in potatoes purchased from the market. The device recorded deviations in two tuber samples (340 and 3600 mg/kg). The exceedance of the MPC can be explained by the unreasonable application of mineral fertilizers on farms of different ownership.

Keywords: nitrate ion, maximum permissible concentration, potatoes, household nitrate meter.

Оцінка вмісту нітратів у картоплі

С. М. Михайлютенко | В. О. Євстаф'єва | В. В. Мельничук | Л. М. Кузьменко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Останнім часом екологи, лікарі гуманної та ветеринарної медицини виокремлюють тему безпечності харчових продуктів. Впродовж останнього десятиріччя значну увагу приділено питанню «здорова тарілка». З появою сезонних овочів актуальним стає такий показник, як вміст нітратів. Найбільша їх кількість накопичується саме у рослинних харчових продуктах, тому останні є основним джерелом надходження нітратів в організм людини. Метою роботи було визначення вмісту нітратів у картоплі, а також порівняльна характеристика результатів з гранично допустимими концентраціями (ГДК). Вивчення показника безпеки овоча проводили на базі лабораторії ветеринарно-санітарної експертизи факультету ветеринарної медицини Полтавського державного аграрного університету шляхом порівняльної оцінки відібраних нами зразків. Допустимі концентрації нітратів в овочах і фруктах зазначені у Державних гігієнічних правилах і нормах «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», затверджених наказом МОЗ України від 13.05.2013 р., № 368. Для проведення дослідження відібрали зразки картоплі (*Solanum tuberosum* L.), яка вирощена у Полтавському районі. На початку липня 2022 року придбали овочі на одному зі стихійних ринків та безпосередньо на ринку м. Полтава. Експериментально зафіксували вміст нітрат-іонів у картоплі та встановили її придатність для споживання за даним показником. Кількісне визначення NO₃⁻ у даному овочі здійснювали за допомогою побутового нітратоміру Anmez Greentest. Обробку експериментальних даних проводили стандартними методами математичної статистики та порівнювали їх із ГДК. Концентрація нітрат-іонів (мг/кг) у досліджуваних зразках коливалась від 100 до 3600. Середній показник NO₃⁻ у картоплі, придбаній на ринку м. Полтава, був у межах норми (168,6 мг/кг). У результаті проведених досліджень встановлено перевищений вміст нітратів у картоплі, придбаній на стихійному ринку. Прилад зафіксував відхилення у двох зразках бульби (340 та 3600 мг/кг). Перевищення ГДК можна пояснити необґрунтованим внесенням мінеральних добрив в умовах господарств різної форми власності.

Ключові слова: нітрат-іон, гранично допустима концентрація, картопля, побутовий нітратомір

Бібліографічний опис для цитування: Михайлютенко С. М., Євстаф'єва В. О., Мельничук В. В., Кузьменко Л. М. Оцінка вмісту нітратів у картоплі. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 137–140.

Вступ

Картоплю (*Solanum tuberosum L.*) споживають у всьому світі. Займає четверту позицію, поступаючись рису, пшениці та кукурудзі, з поміж рослинних харчових культур, рекомендованих до споживання людиною. Картопля культивується з давніх часів. Займає провідне місце в кулінарних традиціях багатьох країн. За даними дослідників даний овоч – концентроване джерело вуглеводів, харчових волокон і стійкого крохмалю, ряду вітамінів, зокрема вітаміну С. Водночас варена картопля містить 544 мг калію/100 г та 27 мг магнію/100 г, що становить відповідно 12 % та 7 % від норми добового споживання даних вітамінів для дорослої людини. Слід зазначити, що *Solanum tuberosum L.* часто нехтується в колах дієтологів через високий вміст жиру в ній [3, 8, 12, 20].

Попит формує ринок, тому виробництво картоплі, наприклад, в Єгипті зросло з 0,39 Тг (390000 т) у 1961 році до 4,9 Тг у 2018 році. Внесення азотних добрив слугувало головним чинником збільшення врожайності бульб картоплі [7]. Разом з тим, необґрунтоване та необмежене внесення їх веде до значного накопичення. Як наслідок, нітрати несуть небезпеку.

За даними літератури, люди споживають майже 80 % нітратів з овочів [2]. Так, нітрати та нітрити у досліджуваних зразках картоплі коливалися від 162,3 до 378,7 та від 1,7 до 4,9 мг/кг відповідно [18]. Результати дослідників вказують на те, що загальна кількість нітратів у картопляній шкірці була на 35 % більшою, ніж у її центральній частині. Очищення, миття та ополіскування картоплі зменшує вміст NO_3^- . Варіння, приготування на пару та смаження мали також значний вплив на зниження вмісту нітратів і нітритів. Згідно результатів досліджень ряду авторів, відварювання картоплі вірогідно знизило кількість нітратів на 59,7 %, а смаження збільшило його на 52 % [5]. Дане твердження узгоджується вітчизняними науковцями: в результаті очищення зменшувався вміст нітратів на 32,86 мг/кг, під час вимочування водою впродовж 20 хв. – на 45,00 мг/кг. Разом з тим відварювання забезпечило зниження показника на 109,73 мг/кг [15].

Для визначення вмісту нітратів існує ряд методів кількісного аналізу: фотометричні методи; хроматографічні методи (метод газової хроматографії, газорідинної та іонної хроматографії); електрохімічні; потенціометричні; спеціальні прилади. Найвірогідніший, точний з видачою офіційного висновку, це лабораторний метод, який вимагає підготовки персоналу та відповідного технічного обладнання [5, 10].

Останнім часом для якісного визначення вмісту нітратів у харчових продуктах використовують експрес-тести: індикаторний папірець «Індам» або нітрат-тестер, зокрема SOEKS NUC-019-1 [11]. Вищеперераховані прилади – спрощені.

Їх особливістю є простота, невибагливість в експлуатації, невеликі розміри й вага.

Мета дослідження

Мета роботи – проведення кількісного визначення вмісту нітратів в картоплі, а також порівняльна характеристика результатів з ГДК.

Матеріали і методи

Для проведення дослідження було відібрано картоплю (№ 16), яку на початку липня 2022 року придбали на одному з стихійних ринків м. Полтава (№ 8) та безпосередньо на ринку (№ 8). Вивчення показника безпечності овоча проводили на базі лабораторії Полтавського державного аграрного університету шляхом порівняльної оцінки відібраних нами зразків. Для визначення нітратів використовували побутовий нітратомір Anmez Greentest.

Допустимі концентрації нітратів в овочах і фруктах зазначені у Державних гігієнічних правилах і нормах «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», що затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 13.05.2013 р., № 368.

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями усіх зразків картоплі на вміст нітратів встановлено, що концентрація нітрат-іонів (мг / кг) в досліджуваних зразках мала значний діапазон коливань – від 100 до 3600 мг/кг (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння визначеного вмісту нітрат-іонів у картоплі з ГДН

Назва рослинного продукту (№ 16)	Гранично допустимий вміст нітрат-іонів, мг/кг	Визначений вміст нітрат-іонів, мг/кг
Картопля, придбана на ринку	250	100–224
Картопля, придбана на стихійному ринку	250	145–3600

Варто наголосити, що середній показник NO_3^- у картоплі, придбаній безпосередньо на території ринку був у межах норми, та становив 168,6 мг/кг. Водночас прилад зареєстрував відхилення вмісту нітрат-іонів у двох зразках бульби. Слід зауважити, що останню для проведення експериментальних досліджень було придбано за межами ринку, тобто вона продавалася на стихійному ринку. В одному випадку визначений за допомогою побутового нітратоміра Anmez Greentest приладу показник становив 340 мг/кг (рис. 1). Такий вміст NO_3^- у досліджуваному зразку виявився вище гранично допустимої норми на 26,47 %.



Рис. 1. Виявлення за допомогою нітратоміра Anmez Greentest підвищеного вмісту нітрат-іонів у досліджуваному зразку картоплі

У ході дослідження зразку № 2 вимірювальним приладом було зафіксовано показник на рівні 3600 мг/кг досліджуваного продукту (рис. 2). У даному випадку перевищення вмісту NO_3^- у картоплі вище гранично допустимої норми було аж у 14,4 рази.

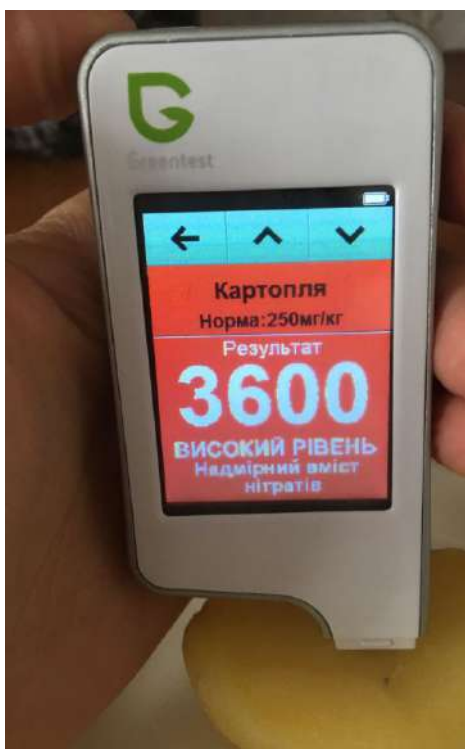


Рис. 2. Виявлення за допомогою нітратоміра Anmez Greentest надмірно високого вмісту нітрат-іонів у досліджуваному зразку картоплі, мг/кг

Слід зазначити, що, в інших шести пробах кількісне визначення вмісту нітрат-йонів становило від 145 до 240 мг/кг.

Нітрати життєво необхідні рослинам: без них неможливе їх нормальне зростання і розвиток. Однак висока концентрація даної хімічної сполуки у продуктах може бути небезпечною для здоров'я людини.

Всебічно роботу щодо вмісту нітратів у овочах проведено в Польщі. Так, дані аналізу зазначають, що молода картопля надходить до споживачів переважно з трьох середземноморських країн. Найменший показник нітратів зафіксовано в бульбі, імпортованій з Єгипту. Вміст NO_3^- , визначений у картоплі з Кіпру, був майже в 2,5 рази вищий, ніж у овочу того ж сорту, завезеного з Єгипту. Водночас концентрація нітратів у картоплі, імпортованій з Ізраїлю, переважала у 1,6–2 рази, в порівнянні з єгипетською картоплею [19].

Інша група польських дослідників зауважила, що система виробництва, місцерозташування та рік істотно впливали на вміст нітратів у картоплі. Так, овочі, вирощені методом органічного землеробства, показали нижчий вміст досліджуваних сполук (NO_3^- – 124,1 мг/кг), ніж у бульбах, отриманих із інтегрованої системи виробництва (NO_3^- – 203,7 мг/кг). Вміст нітратів у картоплі, визначений одразу після збору врожаю, коливався в межах від 133,6 до 203,0 [21].

У ході своєї роботи вчені не встановили відхилень від гранично допустимих концентрацій по досліджуваному показнику. Так, кількісне визначення вмісту нітрат-йонів у бульбах картоплі «Satina» (Польща), склало у середньому 143,9, за середнього значення 140,6 мг/кг [14].

Інша публікація висвітлює перевищування максимально рекомендованих концентрацій у 18 % зразках. Хоча, автори зазначають, що дані цифри не стосуються картоплі, вирощеної на екологічних фермах. Так, на полях Дравського повіту, Польща зафіксовано найнижчі рівні нітратів – діапазон 14–156 мг/кг [9]. Дані висновки узгоджуються з роботою Rutkowska В. Вона рекомендує, враховуючи низький вміст нітратів у органічній картоплі, споживати її дітям і хворим людям [16].

Висновки

У результаті проведених досліджень було встановлено, що вищий вміст нітратів міститься в картоплі, придбаній на стихійному ринку. Визначено, що вміст NO_3^- у досліджуваних зразках був вище гранично допустимої норми, в одному випадку на 26,47 %, в іншому у 14,4 рази. Отримані дані є свідченням того, що поступаючи на ринок сільськогосподарська продукція від господарств різної форми власності не завжди може бути безпечною. За вирощування даного овоча часто перевищуються норми внесення мінеральних добрив для отримання високих врожаїв з невеликих площ.





Конфлікт інтересів

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

References

1. Bahadoran, Z., Mirmiran, P., Jeddi, S., Azizi, F., Ghasemi, A., & Hadaegh, F. (2016). Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 51, 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.06.006>
2. Ebrahimi, R., Ahmadian, A., Ferdousi, A., Zandi, S., Shahmoradi, B., Ghanbari, R., Mohammadi, S., Rezaee, R., Safari, M., Daraei, H., Maleki, A., & Yetilmezsoy, K. (2020). Effect of washing and cooking on nitrate content of potatoes (cv. Diamant) and implications for mitigating human Health Risk in Iran. *Potato Research*, 63 (3), 449–462. <https://doi.org/10.1007/s11540-020-09450-4>
3. Camire, M. E., Kubow, S., & Donnelly, D. J. (2009). Potatoes and human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49 (10), 823–840. <https://doi.org/10.1080/10408390903041996>
4. Dezhgah, S., Nazari, F., Kamali, K., Hosseini, M.-J., & Mehrasbi, M. R. (2022). A survey on nitrate level in vegetables to assess the potential health risks in Iran. *International Journal of Food Properties*, 25 (1), 1958–1973. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2117377>
5. Chetty, A. A., & Prasad, S. (2009). Flow injection analysis of nitrate-N determination in root vegetables: Study of the effects of cooking. *Food Chemistry*, 116 (2), 561–566. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.006>
6. EFSA. (2008). Nitrate in vegetables - scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *EFSA Journal*, 6 (6), 689. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.689>
7. FAO/STAT. (2019). *Statistics Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome.
8. Gao, X., Li, C., Zhang, M., Wang, R., & Chen, B. (2015). Controlled release urea improved the nitrogen use efficiency, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) on silt loamy soil. *Field Crops Research*, 181, 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.07.009>
9. Gorenjak, A. H., Urih, D., Langerholc, T., & Kristl, J. (2013). Nitrate content in potatoes cultivated in contaminated groundwater areas. *Journal of Food Research*, 3 (1), 18. <https://doi.org/10.5539/jfr.v3n1p18>
10. Hsu, J., Arcot, J., & Alice Lee, N. (2009). Nitrate and nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians. *Food Chemistry*, 115 (1), 334–339. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.081>
11. Ivanska, M. Iu., & Skyba, H. V. (2017). Vyznachennia vmistu nitrativ v ovochakh metodamy analitychnoi khimii. *Tezy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi on-line konferentsii aspirantiv, molodykh uchenykh ta studentiv, prysviachenoi Dniu nauky*. Retrieved from: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/06/232-1.pdf> [in Ukrainian]
12. King, J. C., & Slavin, J. L. (2013). White potatoes, human health, and dietary guidance. *Advances in Nutrition*, 4 (3), 393S–401S. <https://doi.org/10.3945/an.112.003525>
13. Panchenko, T. I., & Mandebura, S. V. (2017). Otsinka vmistu nitrativ v produktakh roslynnoho pokhodzhennia. *Materialy XLVI naukovo-tekhnichnoi konferentsii pidrozdiliv VNTU, (Vinnytsia, 22–24 bereznia 2017 r)*. Vinnytsia. Retrieved from: https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/16729/271_6.pdf?sequence=3&isAllowed=y [in Ukrainian]
14. Poberezhny, J., Wszelaczyńska, E., Wichrowska, D., & Jaskulski, D. (2015). Content of nitrates in potato tubers depending on the organic matter, soil fertilizer, cultivation simplifications applied and storage. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 75, 42–49.
15. Pryimak, V. V., & Laska, S. S. (2018). Vyvchennia metodiv znyzhennia vmistu nitrativ v ovochevykh kulturakh. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 102, 143–147. [in Ukrainian]
16. Rutkowska, B. (2001). Nitrate and nitrite content in potatoes from ecological and conventional farms. *Rocz Panstw Zakl Hig*, 52 (3), 231–236.
17. Shahlaei, A., Ansari, N. A., & Dehkordie, F. S. (2007). Evaluation of Nitrate and nitrite content of Iran Southern (Ahwaz) vegetables during winter and spring of 2006. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6 (8), 1197–1203. <https://doi.org/10.3923/ajps.2007.1197.1203>
18. Shamloo, E., Abdimoghdam, Z., Yousefi, M., Khorshidian, N., Radfar, R., Parastouei, K., & Ferdowsi, R. (2018). Evaluation of the effect of different methods of cooking on nitrate and nitrite residues in potatoes on human health. *The Annals of Medical and Health Sciences Research*, 8, 346–349.
19. Wadas, W., & Raczuk, J. (2018). Assessment of the nutritional safety of new potatoes imported to Poland using an ascorbate-nitrate index. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 69 (3), 243–249.
20. Weichselbaum, E. (2010). An overview of the role of potatoes in the UK diet. *Nutrition Bulletin*, 35, 195–206. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2010.01845.x>
21. Wszelaczyńska, E., Poberezhny, J., Keutgen, A.J., Keutgen, N., Gościnnia, K., Milczarek, D., Tatarowska, B., & Flis, B. (2022). Antinutritional Nitrogen compounds content in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers depending on the genotype and production system. *Agronomy*, 12 (10), 2415. <https://doi.org/10.3390/agron-omy12102415>
22. Zhou, Z.-Y., Wang, M.-J., & Wang, J.-S. (2000). Nitrate and nitrite contamination in vegetables in China. *Food Reviews International*, 16 (1), 61–76. <https://doi.org/10.1081/fri-100100282>
23. Temme, E. H. M., Vandevijvere, S., Vinkx, C., Huybrechts, I., Goeyens, L., & Van Oyen, H. (2011). Average daily nitrate and nitrite intake in the Belgian population older than 15 years. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 28 (9), 1193–1204. <https://doi.org/10.1080/19440049.2011.584072>

ORCID

- S. Mykhailiutenko  <https://orcid.org/0000-0001-6634-1244>
V. Yevstafieva  <https://orcid.org/0000-0003-4809-2584>
V. Melnychuk  <https://orcid.org/0000-0003-1927-1065>
L. Kuzmenko  <https://orcid.org/0000-0002-1776-0714>



© 2023 Mykhailiutenko 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.

Scientific Progress & Innovations

2023

Vol. 26, No. 4

Відповідальний редактор: Мельничук В. В.
Літературний редактор: Дедушно А. В.
Куратор з індексів DOI: Коваленко В. О.
Комп'ютерна верстка та дизайн: Бережна Г. В.

Формат 60x90/8. Ум. друк. арк. 17,5. Тираж 200 пр. Зам. № 4.
Видавець і виготовлювач: Полтавський державний аграрний університет.
Адреса: 36003, м. Полтава, вул. Сковороди, 1/3.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7933 від 13.09.2023 р.