



ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

1'2022

Матеріали друкуються
мовами оригіналів –
українською та англійською

Науково-виробничий
фаховий журнал
2022, № 1 (104)

**ВІСНИК
ПОЛТАВСЬКОЇ
ДЕРЖАВНОЇ
АГРАРНОЇ
АКАДЕМІЇ**

**BULLETIN
OF POLTAVA
STATE
AGRARIAN
ACADEMY**

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

ЗАСНОВНИК –
Полтавський державний
аграрний університет.
Видається з грудня 1998 року.
Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 17244-6014 ПР від 21.10.2010 р.

© «Вісник Полтавської державної
аграрної академії», 2022



POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

1'2022

Materials are published in original
languages – Ukrainian and English

**Scientific and production
professional journal**
2022, № 1 (104)

**ВІСНИК
ПОЛТАВСЬКОЇ
ДЕРЖАВНОЇ
АГРАРНОЇ
АКАДЕМІЇ**

**BULLETIN
OF POLTAVA
STATE
AGRARIAN
ACADEMY**

Editorial board address:

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

FOUNDER –

Poltava State Agrarian University.
Has been issued since December 1998.
Certificate of state registration
KV No. 17244-6014 PR of October 21, 2010.

© Bulletin of Poltava State
Agrarian Academy, 2022

Науково-виробничий фаховий журнал *Вісник Полтавської державної аграрної академії* включено до «Переліку наукових фахових видань України» **Категорія Б**, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня 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).

Виходить чотири рази на рік.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова Редакційної ради

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

Головний редактор

О. О. ГОРБ, к. с.-г. наук, (Україна)

Заступники голови Редакційної ради

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

Т. О. ЧАЙКА, к. екон. наук (Україна)

Заступник головного редактора

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

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ РАДИ

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, к. с.-г. наук, (Україна)

Н. М. ОПАРА, к. с.-г. наук, (Україна)

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

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

С. В. ПОСПЄЛОВ, 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, к. с.-г. наук, (Україна)

Редакційна колегія з галузі «Ветеринарна медицина»:

А. А. АНТІПОВ, 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, к. 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. ДУДНІКОВ, к. тех. наук (Україна)
С. Б. КОВАЛЬЧУК, к. 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)

Журнал рекомендовано до друку за рішенням вченої ради Полтавського державного аграрного університету (протокол № 14 від 08.02.2022 р.)

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

«Вісник Полтавської державної аграрної академії» індексується у електронних бібліотеках, каталогах, репозиторіях та міжнародних наукометричних базах даних: GOOGLE SCHOLAR, INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL, SCIENTIFIC LITERATURE (SCILIT), УКРАЇНІКА НАУКОВА, DIMENSIONS, CrossRef, Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського, BASE (Bielefeld Academic Search Engine).

За точність перекладу, цифр, географічних назв, власних імен, цитат та іншої інформації несе відповідальність автор.

Видавець – редакційно-видавничий відділ Полтавського державного аграрного університету:
36003, м. Полтава, вул. Г. Сковороди, 1/3, корп. 4,
каб. 510,
e-mail: visnyk@pdaa.edu.ua

Scientific-production professional journal *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy* is included in the "List of scientific professional editions of Ukraine" **Category B**, in which the results of thesis papers for Doctor of Sciences, Candidate of Sciences, and Ph.D degrees in agricultural, veterinary, and technical sciences can be published (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine №409 dated 17.03.2020 and №886 dated 02.07.2020).

The journal is published four 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. MARENCH, Cand. 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, Cand. 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. KRUCHYNENKO, 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, Cand. 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, Cand. 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 journal is recommended for publication by the decision of the Academic Council of Poltava State Agrarian University (protocol No. 14 of 08.02.2022).

The title, conception, content, and design of the “Bulletin of Poltava State Agrarian Academy” 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 “Bulletin of Poltava State Agrarian Academy” is compulsory.

«*Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*» is indexed in electronic libraries, catalogs, repositories and international scientometric databases: GOOGLE SCHOLAR, INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL, SCIENTIFIC LITERATURE (SCILIT), УКРАЇНІКА НАУКОВА, DIMENSIONS, CrossRef, Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського, BASE (Bielefeld Academic Search Engine).

The author is responsible for accuracy of translation, figures, geographic names, proper names, citations, bibliography and other information provided.

Publisher – Editorial and Publishing
Department of Poltava State Agrarian
University: 36003 1/3, Skovorody str.,
Poltava, building 4, office 510,
e-mail: visnyk@pdaa.edu.ua

ЗМІСТ

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

<i>Шакалій С. М., Баган А. В., Юрченко С. О., Головаш Л. М.</i> Вплив сортових властивостей пшениці м'якої озимої на мінливість продуктивності	11
<i>Давиденко С. Ю., Рожков А. О.</i> Урожайність зерна сорго за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у Північному Степу України	18
<i>Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А., Костюкевич Т. К.</i> Вплив потепління клімату на продуктивність баклажана і солодкого перцю в Степовій зоні України.....	29
<i>Гангур В. В., Лень О. І., Гангур М. В.</i> Вплив різних систем обробітку на поживний режим ґрунту під пшеницею озимою та ячменем ярим в зоні Лівобережного Лісостепу України.....	38
<i>Вуйко О. М.</i> Вплив мікродобрив та біопрепаратів на формування врожайності гороху посівного..	45
<i>Кулик Г. А., Трикіна Н. М., Малаховська В. О.</i> Формування продуктивності цукрових буряків при застосуванні регулятора росту Біолан в Центральній Україні.....	55
<i>Чухрай А. В., Мостов'як С. В.</i> Лускокрилі шкідники сої в умовах Правобережного Лісостепу України	62
<i>Тригуб О. В., Куценко О. М., Ляшенко В. В., Ногін В. В.</i> Важливість вирощування гречки як унікальної й екологічно орієнтованої культури.....	69
<i>Грицюк Н. В., Довбиш Л. Л., Бакалова А. В., Пузняк О. М.</i> Забур'яненість короткоротаційної сівозміни залежно від системи удобрення на дерново-підзолистих ґрунтах.....	77
<i>Сєвідов В. П., Сєвідов І. В.</i> Показники продуктивності і якості гібридів помідору індетермінантного типу	84

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

<i>Красовський В. В., Черняк Т. В., Антонець М. О., Антонець О. А.</i> Відмінність зразків <i>Zizyphus jujuba</i> Mill., 1768 у колекції Хорольського ботанічного саду	90
--	----

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

<i>Сахно Т. В., Семенов А. О., Сахно Ю. Е., Барашков М. М.</i> Визначення гомогенності кормів для тварин з використанням феромагнітних мікротрейсерів.....	96
<i>Білий В. Ю., Мерзлов С. В.</i> Вплив різних сичужних ензимів на технологічні та сенсорні показники бринзи	103
<i>Антоненко С. Ф., Піскун В. І., Руденко Є. В., Чигринов Є. І., Золотарев А. П., Осипенко Т. Л., Сікун М. В.</i> Удосконалення елементів технології вирощування телиць в молочний період	110
<i>Усенко С. О., Васильєва О. О., Карунна Т. І., Шаферівський Б. С., Желізняк І. М., Кравченко О. І.</i> Вплив підбору кросу на ефективність виробництва товарних яєць	120
<i>Павлова І. В.</i> Особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за дії теплового стресу.....	126

<i>Шостя А. М., Сарнавська І. В.</i> Вплив вітамінної кормової добавки на якість спермопродукції у кнурів-плідників	134
---	-----

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

<i>Передера О. О., Передера Р. В.</i> Заходи ліквідації сальмонельозу бройлерів у приватному домогосподарстві.....	142
<i>Євстаф'єва В. О., Стародуб Є. С., Мельничук В. В.</i> Дезінвазійна ефективність сучасних дезінфікуючих засобів відносно інвазійних личинок нематод <i>Trichostrongylus tenuis</i>	150
<i>Сорокова С. С.</i> Епізоотологічні особливості стронгілоїдозу овець в умовах Полтавської області.....	157
<i>Криворученко Д. О.</i> Біохімічні показники сироватки крові собак хворих на дирофіляріоз.....	164
<i>Рибачук Ж. В., Лісневський А. Р., Бездітко Л. В.</i> Вплив ФПД «ПроАктиво» та КД «ЕМБіотик» на рівень напруженості імунітету телят	171
<i>Мельничук В. В., Євстаф'єва В. О., Юськів І. Д., Жулінська О. С.</i> Дезінвазійна ефективність препарату вітчизняного виробництва Дезсан щодо яєць нематод роду <i>Trichuris</i> , виділених від овець	179
<i>Нестерук В. С., Нагорна Л. В.</i> Епізоотична ситуація щодо маститу великої рогатої худоби в умовах господарств ТОВ фірма «Астарта-Київ»	186
<i>Недзведзь А., Максимович І. А., Гутий Б. В., Слівінська Л. Г., Стронський Ю. С., Леньо М. І., Чернушкін Б. О., Русин В. І., Леньо Ю. М., Карповський В. І., Леськів Х. Я.</i> Метаболічний синдром у коней	194

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

<i>Арендаренко В. М., Самойленко Т. В., Антонець А. В., Іванов О. М., Япринець Т. С., Флегантов Л. О.</i> Обґрунтування частоти співудару зернівок у зерновому потоку, що рухається у гравітаційній установці	201
---	-----

CONTENTS

AGRICULTURE. PLANT GROWING

<i>Shakalii S. M., Bahan A. V., Yurchenko S. O., Golovash L. M.</i> Influence of various winter wheat variety properties on productivity variability	11
<i>Davydenko S. Yu., Rozhkov A. O.</i> Grain yield of sorghum depending on various option for using the growth stimulator Vegetim in the Northern Steppe of Ukraine	18
<i>Polyovyi A., Bozhko L., Barsukova O., Kostyukevich T.</i> The influence of climate warming on the productivity of eggplant and sweet pepper in the Steppe zone of Ukraine.....	29
<i>Hanhur V. V., Len O. I., Hanhur N. V.</i> 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.	38
<i>Vuiko O. M.</i> Influence of biological products and microfertilizers in formation of yield of pea seeds.....	45
<i>Kulyk H. A., Trykina N. M., Malakhovska V. O.</i> Formation of sugar beet productivity with application of Biolan growth regulator in Central Ukraine.....	55
<i>Chykhrai A. V., Mostoviak S. M.</i> Lepidipteran pests of soybean in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.....	62
<i>Tryhub O. V., Kutsenko O. M., Liashenko V. V., Nohin V. V.</i> The importance of cultivating buckwheat as unique and environmentally oriented crop	69
<i>Gritsyuk N. V., Dovbysh L. L., Bakalova A. V., Puzniak O. M.</i> Weediness of a short-term crop rotation depending on a fertilizer system on sod-podzolic soils	77
<i>Sievidov V. P., Sievidov I. V.</i> Productivity and quality indicators of indeterminate tomato hybrids.....	84

AGRICULTURE. ECOLOGY

<i>Krasovsky V. V., Cherniak T. V., Antonets M. O., Antonets O. A.</i> The difference of samples of <i>Zizyphus jujuba</i> Mill., 1768 in the collection of the Khorol botanical garden.....	90
--	----

AGRICULTURE. ANIMAL BREEDING

<i>Sakhno T. V., Semenov A. O., Sakhno Y. E., Barashkov N. N.</i> Determination of homogeneity of feed for animals using ferromagnetic microtracers	96
<i>Bilyi V. Y., Merzlov S. V.</i> Influence of various rennet enzymes on technological and sensory parameters of brynza.....	103
<i>Antonenko S. F., Piskun V. I., Rudenko E. V., Chyhrynov E. I., Zolotarev A. P., Osypenko T. L., Sikun M. V.</i> Improvement of elements of technology of cultivation of heifers in the milk period.....	110
<i>Usenko S. O., Vasiliva O. O., Karunna T. I., Shaferivskiy B. S., Zeliznyk I. M., Kravchenko O. I.</i> The influence of cross selection on the efficiency of commodity egg production	120
<i>Pavlova I. V.</i> Influence on prooxidant-antioxidant homeostasis of sperm production in boars during heat stress.....	126

<i>Shostya A. M., Sarnavska I. V.</i> Influence of vitamin feed additive on the quality of sperm production in boars	134
--	-----

VETERINARY MEDICINE

<i>Peredera O. O., Peredera R. V.</i> Measures of elimination of salmonellosis of broilers in a private household.....	142
<i>Yevstafieva V., Starodub Ye., Melnychuk V.</i> Disinvasive efficacy of modern disinfectants on invasive arves of <i>Trichostrongylus tenuis</i> nematodes.....	150
<i>Sorokova S. S.</i> Epizootological features of strongyloidiasis of sheep in the conditions of Poltava region.....	157
<i>Kryvoruchenko D.</i> Biochemical indicators of serum of dogs with dirofilariasis.....	164
<i>Rybachuk Zh. V., Lisnevskiy A. R., Bezditko L. V.</i> The influence of EPA «ProAktyvo» and FA «EMBiotik» on the level of strength of the immunity of calves	171
<i>Melnichuk V., Yevstafieva V., Yuskiv I., Zhulinska O.</i> Disinvasive efficacy of the domestic drug Dezsan against eggs of nematodes of the genus <i>Trichuris</i> isolated from sheep.....	179
<i>Nesteruk V. S., Nagorna L. V.</i> Epizootic situation regarding cattle mastitism in the conditions of the farms of Astarta-Kyiv firm	186
<i>Niedźwiedz A., Maksymowych I., Gutyj B., Slivinska L., Stronskyi Y., Leno M., Chernushkin B., Rusyn V., Leno Y., Karpovskyi V., Leskiv K.</i> Equine metabolic syndrome	194

TECHNICAL SCIENCES

<i>Arendarenko V. M., Samoilenko T. V., Antonets A. V., Ivanov O. M., Yaprynets T. S., Flegantov L. O.</i> Substantiation of the frequency of grains collisions in a flow moving in a gravitational installation	201
--	-----



original article | UDC 633.111:631.526.32 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.01

INFLUENCE OF VARIOUS WINTER WHEAT VARIETY PROPERTIES ON PRODUCTIVITY VARIABILITY

S. M. Shakalii^{1*}A. V. Bahan¹S. O. Yurchenko¹L. M. Golovash²ORCID  [0000-0002-4568-1386](https://orcid.org/0000-0002-4568-1386)ORCID  [0000-0001-8851-5081](https://orcid.org/0000-0001-8851-5081)ORCID  [0000-0002-5812-3877](https://orcid.org/0000-0002-5812-3877)ORCID  [0000-0002-5486-8302](https://orcid.org/0000-0002-5486-8302)¹ Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine² Ustymivka Research Station of Plant Breeding IR NAAS of Ukraine, Academician M. I. Vavilov, 15, st., Ustimovka substation, Globinsky district, Poltava region, 39074, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: shakaliysveta@gmail.com

How to Cite

Shakalii, S. M., Bahan, A. V., Yurchenko, S. O., & Golovash, L. M. (2022). Influence of various winter wheat variety properties on productivity variability. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 11–17. doi: 10.31210/visnyk2022.01.01

Every year, a large number of winter wheat varieties are entered into the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine. And the figures are constantly growing. Before choosing them, determine the parameters of the requirements for them and objectively assess the level of technological support of the economy, composition and fertility of soils, the level of their cultivation, predecessors and timing of harvest, natural and climatic zone and weather conditions of the year; take into account the spread of typical pests and pathogens in the region, because the genetic potential of the variety can be realized only if the technology meets its biological properties. The aim of the research was to evaluate the varieties of soft winter wheat according to the indicators that form the yield. To do this, the effect of the variety on the sowing properties of winter wheat grain was established; substantiated the role of the variety in the formation of wheat yields; established the main indicators of crop structure that shape plant productivity. The lowest yields were Sagaidak (5.4 t/ha), Favoritka and Smuglyanka (5.5 t/ha). It exceeded the Orzhytsia variety by 0.5 t/ha and the Bohdan variety by 0.3 t/ha. Compared to 2019, 2020 had a slightly higher yield. In the variety Sagaidak and Vilshana it increased by 0.4 t/ha. At 0.3–0.4 t/ha – in the varieties Favoritka and Smuglyanka. Bohdan variety exceeded the yield in 2019 by 0.3 t/ha. The highest yield remained in the variety Orzhytsia and amounted to 6.4 t/ha. The grain yield of winter wheat varieties in 2021 was from 5.7 to 6.3 t/ha. This year the high yields are Smuglyanka – 6.0 t/ha, Bohdan – 6.1 t/ha, Orzhytsia – 6.3 t/ha. Favorite varieties – 5.8 t/ha and Sagaidak – 5.7 t/ha have lower yields. The conducted research showed us how the variability of the elements of the structure of the harvest of winter wheat varieties is explained by the uneven moisture supply for all years of research. A necessary task is to constantly determine the variability of winter wheat productivity depending on varietal characteristics.

Key words: winter wheat, variety, productivity, sowing properties, yield structure, yield.

ВПЛИВ СОРТОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ НА МІНЛИВІСТЬ ПРОДУКТИВНОСТІ**С. М. Шакалій¹, А. В. Баган¹, С. О. Юрченко¹, Л. М. Голован²**¹ Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна² Устимівська дослідна станція рослинництва ІР НААН України, п/в Устимівка, Україна

Щороку до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» вноситься велика кількість сортів пшениці озимої. І показники постійно зростають. Перш ніж їх вибирати, визначаються із параметрами вимог до них та об'єктивно оцінити рівень технологічного забезпечення господарства, склад і родючість ґрунтів, рівень їх окультурення, попередники та строки збирання, природно-кліматичну зону й погодні умови конкретного року; враховують поширення типових шкідників і збудників хвороб у регіоні, адже генетичний потенціал сорту може бути реалізований лише за умови, коли технологія відповідає його біологічним властивостям. Метою досліджень було оцінити сорти пшениці м'якої озимої за показниками, які формують врожайність. Для цього встановили вплив сорту на посівні властивості зерна пшениці озимої; обґрунтували роль сорту у формуванні врожайних показників пшениці; встановили основні показники структури врожаю, які формують продуктивність рослин. Найменшою урожайністю виділився сорт Сагайдак (5,4 т/га), Фаворитка та Смулянка (5,5 т/га). На 0,5 т/га перевищив сорт Оржиця та на 0,3 т/га сорт Богдана. В порівнянні з 2019 роком 2020 рік мав децю вищу врожайність. У сорту Сагайдак та Вільшана вона підвищилася на 0,4 т/га. На 0,3–0,4 т/га – у сортів Фаворитка та Смулянка. Сорт Богдана перевищив врожайність 2019 року на 0,3 т/га. Найвищою врожайність залишилася у сорту Оржиця і склала 6,4 т/га. Урожайність зерна сортів пшениці озимої 2021 року була від 5,7 до 6,3 т/га. В цей рік високою врожайністю вирізняються сорти Смулянка – 6,0 т/га, Богдана – 6,1 т/га, Оржиця – 6,3 т/га. Нижчою врожайністю вирізняються сорти Фаворитка – 5,8 т/га та Сагайдак – 5,7 т/га. Проведені дослідження нам показали, як мінливість елементів структури врожаю сортів пшениці озимої пояснюється нерівномірною вологозабезпеченістю за всі роки досліджень. Необхідним завданням є постійне визначення мінливості продуктивності пшениці озимої залежно від сортових особливостей.

Ключові слова: пшениця озима, сорт, продуктивність, посівні властивості, структура врожаю, урожайність.

Introduction

One of the main conditions for obtaining grain with higher yields is the introduction of new but most high-yielding varieties in production, which have increased winter hardiness, drought resistance, resistance to many diseases and pests, with high baking properties and good yield potential [1–3]. The variety can show its high productivity and good quality only when the technology of its cultivation to the greatest extent corresponds to their biological characteristics [4].

Comparative study, as well as new more high-yielding varieties of winter wheat and already studied remains relevant [5]. Varieties in specific soil-climatic zones allow the most objective assessment of their relationship, to identify the most effective methods that will ensure higher and stable grain yields of good quality [6–8].

In modern conditions, there is a shortage of wheat grain in the world, and humanity is once again facing an acute problem of food crisis. The annual production of wheat grain averages about 840 million tons [9]. Meeting this need is a difficult task given that the world's sown area is declining and wheat yields in more developed countries have already reached a maximum, for example, in European countries is more than 8 t/ha [10].

Variety is one of the cheapest and most affordable ways to increase yields. Without it, it is impossible to realize the achievements of scientific and technological progress in agriculture [6]. Increasing yield potential has always been and remains fundamentally important in breeding programs. But modern varieties should be not only high-yielding, producing high quality products, but also resistant to adverse environmental factors, highly adapted, highly homeostatic [11–15].

Producing the necessary volumes of high-quality food and feed grain is a strategic task of the agro-industrial complex at the present stage of food security and will be crucial for the world community in the future, as the annual population growth confirms the fact that many do not eat enough. and starves [16].

The aim of the research was to evaluate the varieties of soft winter wheat in terms of sowing quality and yield elements.

Materials and methods of research

Field research was conducted during 2019–2021 in the production conditions of FG "Mir - 2" Myrhorod district of Poltava region and in the laboratory conditions of the Laboratory of Grain Quality of Poltava State Agrarian University. Placement of experiments, selection of soil samples for fertility analysis was performed according to generally accepted methods [17].

For research we used data from six varieties of soft winter wheat: Sagaidak, Vilshana, Orzhitsa, Favoritka, Smuglyanka, Bogdan.

During the vegetation periods of 2019–2021, we determined the sowing qualities of seeds in accordance with current standards for seeds of agricultural crops. Seeds that meet the requirements of GOST 52325-2005 [1] were used for sowing. All plants within the site were combined into bundle samples, which were then used for laboratory analysis of crop structure.

Accounting for standing density and determination of field germination was determined during the period of full germination on stationary sites (0.25 m²) in three repetitions for each repetition of the experiment. Determination of crop structure was performed according to the method of State variety testing for each variant of the experiment. For analysis, we counted the number of stems, and also productive, the length of the ear, and the number of grains on the ear, determined the mass of grain from the ear, and 1000 grains [18]. After harvesting wheat, the harvest was recorded by weighing the grain harvest from each plot. Then determine its humidity. Biological yield was determined by the method of beam selection, but each repetition in the experiment.

Research results and their discussion

It is well known that the number of plants preserved before harvest, and therefore the harvest is largely determined by the density of seedlings, which is directly related to germination energy and field germination [1, 19].

The field germination index characterizes the sowing and yielding qualities of seeds, as well as the viability of germinating seeds. The value of this indicator depends on many factors: soil characteristics, reserves of productive moisture, soil and air temperature, sowing technology and others. The degree of influence of individual factors is determined not only by their severity, but also by the stage of plant organogenesis [18, 20].

Over the years of testing, the field germination of winter soft wheat varieties by varieties varied on average from 88 to 95 % (Table 1).

1. Influence of varietal characteristics on sowing qualities of winter wheat

Varieties	2019	2020	2021	average
Seed germination energy, %				
Sagaidak	74	75	73	74
Vilshana	80	78	77	78
Orzhitsia	83	90	84	85
Favorite	80	78	75	77
Smuglyanka	77	80	80	79
Bogdana	82	80	82	81
Seed germination, %				
Sagaidak	87	88	88	88
Vilshana	90	91	92	91
Orzhitsia	95	94	97	95
Favorite	92	90	92	91
Smuglyanka	89	92	94	91
Bogdana	91	95	96	93

According to average data, the Sagaidak variety had an energy level of 74 %. Accordingly, the similarity was 88 %. It exceeded energy by 14 %. Varieties Favoritka and Vilshan according to average data had an

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

energy of 77–78 %, and 91 % field germination. In the variety Orzhytsya, the seed germination energy index was the highest 85 %, and the germination rate was 95 %, which was 5–7 % higher than other varieties in terms of field germination.

In wheat, the main elements of the structure of the crop are: the density of all productive stems, and graininess, but also the productivity of the ear, as well as grain size [1].

The length of the ear in 2019 by varieties ranged from 8.5 cm (the smallest in the variety Sagaidak) to 9.6 cm (the largest variety Smuglyanka and Bogdan). The longest ears are characterized by 2021 and 2020. The length of the ear was influenced by soil and climatic conditions of the area of the experimental sites. Variety Orzhytsya from 9.0 to 11.3 cm, variety Bohdan – 9.6 to 11.0 cm. According to average data, the length of the ear was greater in the varieties Orzhytsya – 10.5 cm and Bohdan – 11.0 cm (Table 2).

2. Influence of variety on the structure of winter wheat yield

Varieties	Ear length, cm				Number of grains in the ear, pcs			
	2019	2020	2021	average	2019	2020	2021	average
Sagaidak	8,5	9,4	10,2	9,4	30	31	34	32
Vilshana	8,9	10,3	10,1	9,8	32	34	36	34
Orzhytsya	9,0	11,3	11,1	10,5	33	35	38	35
Favorite	9,3	10,2	10,0	9,9	31	34	36	34
Smuglyanka	9,6	9,9	10,4	9,9	30	37	35	34
Bogdana	9,6	10,6	11,0	10,4	34	36	37	35

According to the number of grains in the ear can be distinguished: with the largest number of varieties Orzhitsa – 35–38 pieces, Bogdan variety – 34–37 pieces. Sagaidak varieties had the smallest number of grains in the ear – 30–34 pieces, Smuglyanka – 30–37 pieces.

Ear weight is a very important indicator of crop structure. The largest mass of ears was obtained in the variety Orzhytsya from 2.0 g in 2019 and 2.41 g in 2021. Smuglyanka and Bohdan varieties had a rather large ear weight during the years of research and ranged from 1.78 g to 2.30 g and 2.10 to 2.31 g, respectively (Table 3). According to the average data, the varieties Orzhytsya, Smuglyanka, Bohdan can be distinguished by the weight of the ear, and to a lesser extent – the varieties Favoritka and Vilshana.

3. Structural analysis of winter wheat varieties over the years of research

Varieties	2019	2020	2021	average
Colossus mass, g				
Sagaidak	1,75	1,89	2,01	1,88
Vilshana	1,84	2,10	1,98	1,97
Orzhytsya	2,00	2,23	2,41	2,21
Favorite	1,94	2,20	2,11	2,08
Smuglyanka	1,78	2,30	2,28	2,12
Bogdana	2,10	2,24	2,31	2,22
Mass of grain from the ear, g				
Sagaidak	1,43	1,50	1,60	1,51
Vilshana	1,51	1,62	1,64	1,59
Orzhytsya	1,74	1,98	2,23	1,98
Favorite	1,60	1,81	1,72	1,71
Smuglyanka	1,50	1,96	1,94	1,80
Bogdana	1,76	1,94	2,15	1,95
Mass 1000 grains, g				
Sagaidak	37,0	40,0	39,9	38,9
Vilshana	37,8	41,9	41,0	40,5
Orzhytsya	41,0	43,7	43,1	42,6
Favorite	38,4	39,9	40,0	39,4
Smuglyanka	37,6	40,8	41,1	39,8
Bogdana	37,9	41,0	42,0	40,3

According to the indicator of grain weight from the ear, the varieties Orzhytsia had quite high data – 1.74–2.23 g, Bohdan – 1.76–2.15 g, Smuhlyanka – 1.50–1.94 g. Varieties Sagaidak, Vilshana and Favoritka 0.12–0.31 g less than others. According to the average data for the years, the Sagaidak and Vilshana varieties had a grain weight of 1.51 and 1.59 g, respectively. Varieties Favoritka and Smuglyanka – 1.71 and 1.80 g, respectively.

The mass of 1000 grains characterizes its size [21]. In our experiments, the mass was not less than 37.0 g, which in turn characterizes the seeds as large and full. In 2019, the weight of 1000 grains by varieties ranged from 37.0 g (Sagaidak variety) to 41.0 g (Orzhytsia variety). Vilshan and Smuglyanka varieties were 0.6–0.8 g higher than Sagaidak. About 2.0 g less weight was in the variety Favoritka than in Orzhytsia.

According to years of research, the high mass of 1000 grains was in 2020 and 2021. The largest varieties were Orzhytsia (43.7–43.1 g) and Vilshan (41.9–41.0 g), Smuhlyanka (40.8–41.1 g), respectively. Varieties of Bohdan and Favoritka in terms of weight of 1000 grains were almost within the same limits. The main indicator of the advantage of a variety, the effectiveness of agricultural techniques is the yield, which depends not only on biological characteristics but also on growing conditions [1].

Comparative analysis of all varieties for winter wheat showed us that the impact on their productivity was huge not only features of the genetics of varieties, but also formed weather conditions, sowing dates and sowing rates [14].

2019 yield was 5.4–5.9 t/ha. The lowest yields were Sagaidak (5.4 t/ha), Favoritka and Smuglyanka (5.5 t/ha) (Table 4). It exceeded the Orzhytsia variety by 0.5 t/ha and the Bohdan variety by 0.3 t/ha. Compared to 2019, 2020 had a slightly higher yield. In the variety Sagaidak and Vilshana it increased by 0.4 t/ha. At 0.3–0.4 t/ha – in the varieties Favoritka and Smuglyanka. Bohdan variety exceeded the yield in 2019 by 0.3 t/ha. The highest yield remained in the variety Orzhytsia and amounted to 6.4 t/ha (Table 4).

4. Yield of winter wheat varieties for years of research, t/ha

Varieties	2019	2020	2021	Average
Sagaidak	5,4	5,8	5,7	5,6
Vilshana	5,6	6,0	5,9	5,8
Orzhytsia	5,9	6,4	6,3	6,2
Favorite	5,5	5,7	5,8	5,7
Smuglyanka	5,5	5,9	6,0	5,8
Bogdana	5,7	6,0	6,1	5,9
HIP ₀₀₅	0,3	0,2	0,3	

The grain yield of winter wheat varieties in 2021 was from 5.7 to 6.3 t/ha. This year the high yields are Smuglyanka – 6.0 t/ha, Bohdan – 6.1 t/ha, Orzhytsia – 6.3 t/ha. Favorite varieties – 5.8 t/ha and Sagaidak – 5.7 t/ha have lower yields. According to the yield of 2021, we can say that the farm growing these varieties received a fairly high profit.

Conclusions

Studies conducted during 2019–2021 with varieties of winter wheat in the Poltava region showed that the variety significantly affects the sowing properties of winter wheat grain, seed germination was up to 97 % in the field. According to average data (2019–2021), the level of grain yield by 35 % depended on weather conditions, 25 % on the variety and 20 % on other factors. Analyzing the average data for the years of research, we distinguish the varieties with the highest yield: variety Orzhytsia – 6.2 t/ha, Bohdan – 5.9 t/ha. Varieties Vilshan and Smuglyanka according to the average data were 5.8 t/ha, and slightly lower yields were in the varieties Favoritka (5.7 t/ha) and Sagaidak (5.6 t/ha). According to the yield indicator, we can single out Orzhytsia and Bohdan as the most productive.

The prospect of further research is to study the quality indicators (quantity and quality of gluten and protein content in grain) in the varieties of Poltava selection.

References

1. Plotnikova, M. F. (2006). Metodika ocinki effektivnosti zernovoyi galuzi. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 1, 75–77. [In Ukrainian].

2. Lebid, Ye. M. (2006). Faktor nauki v problemi virobnictva zerna. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 3-4, 40–42. [In Ukrainian].
3. Adamenko, T. (2006). Zmina agroklimatichnih umov ta yih vpliv na zernove gospodarstvo. *Agronom*, 3, 12–15. [In Ukrainian].
4. Shevchenko, A. I. (2008). Ozimye zernovye: tehnologicheskie perspektivy. *Agrovisnik Ukrayini*, 8, 28–32. [In Ukrainian].
5. Adamenko, T. M. (2007). Izmenenie urozhajnosti i kachestva zerna v period izmenenie klimata. *Hranenie i Pererabotka Zerna*, 9, 26–29. [In Ukrainian].
6. Shakalii, S. M., & Mironenko, A. A. (2019). Vpliv biologichnih osoblivostej sortu na posivni yakosti nasinnya tritikale ozimogo. *Zbalansovaniy rozvitok agroekostistem Ukrayini: suchasnij poglyad ta innovatsiyi. III Vseukrayinska naukovopraktichna konferenciya*. Poltava: PDAA [In Ukrainian].
7. Tokarenko, V. N. (2010). Kachestvo zerna ozimoy pshenicy v zavisimosti ot vremeni vozobnovleniya vesennej vegetatsii. *Naukoviy visnik Luganskogo National Agrarian University*, 12, 188–191. [In Ukrainian].
8. Kostirya, I. V. (2012). Urozhajnist zerna pshenici ozimoyi ta riven jogo yakosti zalezho vid poperednikiv i sistemi udobrennya v umovah Prisivashshya. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 58, 51–53. [In Ukrainian].
9. Romanenko, O. L., Strekalovska, O. V., & Romanenko, N. O. (2006). Dobriva ta reguluyuvannya yakosti pshenici ozimoyi. *Hranenie i Pererabotka Zerna*, 3, 19–21. [In Ukrainian].
10. Maliyenko, A. M. (2005). Viroshuvannya visokoyakisnogo zerna ozimoyi pshenici v umovah Zahidnogo Lisostepu. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 4, 39–40. [In Ukrainian].
11. Zhemela, G. P., & Shakalii, S. M. (2012). The influence of mineral nutrition on the elements of productivity and quality of winter wheat. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 14–16. doi: 10.31210/visnyk2012.04.02
12. Vozhehova, R. A., & Kryvenko, A. I. (2019). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoi ta ekonomichno-enerhetychnu efektyvnist tekhnolohii yii vyroshchuvannya v umovakh Pivdnia Ukrainy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 1 (101), 39–46. doi: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6 [In Ukrainian].
13. Asik, B. B., Turan, M. A., Celik, H., & Katkat, A. V. (2009). Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) under conditions of salinity. *Asian Journal of Crop Science*, 1 (2), 87–95.
14. Panfilova, A. V., & Hamaiunova, V. V. (2018). Produktyvnist sortiv pshenytsi ozymoi zalezho vid fonu zhyvlennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya «Ahronomiia»*, 294, 129–136. [In Ukrainian].
15. Hamaiunova, V. V., Fedorchuk, M. I., Panfilova, A. V., & Nahirnyi, V. V. (2019). Ekonomichna efektyvnist elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya ozymykh zernovykh kultur v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Tavriyskyi Naukovyi Visnyk*, 110 (1), 40–47. [In Ukrainian].
16. Shakalii, S. M., & Nechiporenko, V. V. (2020). Vpliv poperednikiv na urozhajnist ta yakist zerna pshenici ozimoyi tverdoyi. *Aktualni pitannya ta problematika u tehnologiyah viroshuvannya produkciyi roslinnictva. IX naukovopraktichna internet konferenciya PDAA* [In Ukrainian].
17. Bagan, A. V., & Atrihajlov, O. S. (2019). Vimogi virobnictva do sortiv pshenici ozimoyi. *Stan i perspektivi rozrobki ta vprovadzhennya resursooshadnih, energozberigayuchih tehnologij viroshuvannya silskogospodarskih kultur. IV Mizhnarodna naukovopraktichna konferenciya*. Dnipro [In Ukrainian].
18. Bagan, A. V., & Strizhak, R. M. (2019). Ocinka produktivnogo potencialu sortiv pshenici ozimoyi. *Nauka i osvita v umovakh civilizacijnih zmin. I Mizhnarodna naukovopraktichna konferenciya* [In Ukrainian].
19. Marenich, M., Mishenko, O., & Lyashenko, V. (2009). Ocinka vplivu gidrotermichnih umov viroshuvannya na yakist zerna pshenici ozimoyi. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, 3, 24–25. [In Ukrainian].
20. Gangur, V. V., Pavlyuk, O. O., & Marenich, M. M. (2008). Efektivnist faktoriv intensyfikatsiyi v tehnologiyi viroshuvannya ozimoyi pshenici. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, 2, 43–46. [In Ukrainian].

21. Zhemela, G. P., Marenich, M. M., Shkurko, V. S., & Gangur, V. V. (2012). Agroekologichni osnovi prognozuvannya vrozhajnosti zernovih kultur. *Byuleten Institutu Silskogo Gospodarstva Stepovoyi Zoni NAAN Ukrayini*, 2, 90–94. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 10.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шакалій С. М., Баган А. В., Юрченко С. О., Головаш Л. М. Вплив сортових властивостей пшениці м'якої озимої на мінливість продуктивності. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 11–17.

© Шакалій Світлана Миколаївна, Баган Алла Василівна,
Юрченко Світлана Олександрівна, Головаш Людмила Михайлівна, 2022

Agriculture.
Plant growingBULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMYISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>**original article** | UDC 631.5:633.174(1-924-85) | doi: 10.31210/visnyk2022.01.02**GRAIN YIELD OF SORGHUM DEPENDING ON VARIOUS OPTION FOR USING THE GROWTH STIMULATOR VEGESTIM IN THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE****S. Yu. Davydenko**ORCID  [0000-0003-0218-0968](https://orcid.org/0000-0003-0218-0968)**A. O. Rozhkov***ORCID  [0000-0001-9138-7973](https://orcid.org/0000-0001-9138-7973)

State Biotechnological University, p/o «Dokuchaevskoe», Kharkov, 62483, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: zms19760403@ukr.net

How to Cite

Davydenko, S. Yu., & Rozhkov, A. O. (2022). Grain yield of sorghum depending on various option for using the growth stimulator Vegestim in the Northern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 18–28. doi: 10.31210/visnyk2022.01.02

The aim of the research was to determine the influence of different variant of Vegestim growth stimulant application on grain yield of modern grain sorghum hybrids of different maturity groups. The research was conducted during 2019–2021 in the field of farm «Dunis» Kremynna district of Lugansk region. The two-factor experiment is based on the method of split-plot in three replications. The experiment studied four hybrids of grain sorghum of different maturity groups (plots of the first order): Iggor, Flagg, Yuki, Swat and six Vegestim growth stimulant applications (second-order plots): 1 – absolute control; 2 – the second control (treatment of seeds with water); 3 – treatment of seeds by Vegestim; 4 – seeds treatment and fertilization during 31–32 microphases; 5 – seed treatment and fertilization during 51–52 microphases; 6 – seed treatment + two leaf treatments in these phases. On average, according to the years and studied hybrids, the highest yield of sorghum grain (5.28 t/ha) was obtained in the variant of seed treatment and two foliar fertilization with Vegestim growth stimulator. High efficiency of Vegestim crop treatment at the beginning of tubing was noted. The grain yield of the early-ripening Yuki hybrid in this variant was the highest in the experiment – 4.53 t/ha. Carrying out two foliar treatments did not provide a significant increase in grain yield of this hybrid. Among the studied hybrids, the highest yield was formed by the middle-early hybrid of the French selection Flagg. On average, according to the years and variants of Vegestim growth stimulant application, the grain yield of this hybrid was 5.37 t/ha. The greatest changes in sorghum grain yield were affected by weather conditions of plant vegetation. The share of this factor was 54.0 %. Among the studied technological factors, features of hybrids had a greater influence on the variability of grain yield (contribution to variability – 28.2 %). The share of factor B in the variability of the indicator was 14.7 %. Among the studied early-maturing hybrids, a hybrid of domestic selection Swat had a significant advantage in terms of grain yield in all years, and among medium-early hybrids – a hybrid of French selection Flagg. Thus, these hybrids can be recommended to farms for cultivation, including in the technological plan the proposed option for the introduction of growth stimulant Vegestim, namely – pre-sowing seed treatment and two foliar fertilization – in the period 31-32 and 51-52 microphases according to the BBCH scale.

Key words: grain sorghum, grain yield, seed treatment, growth stimulants, foliar fertilization.

УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА СОРГО ЗА РІЗНИХ ВАРІАНТІВ ЗАСТОСУВАННЯ СТИМУЛЯТОРУ РОСТУ ВЕГЕСТИМ У ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ**С. Ю. Давиденко, А. О. Рожков**

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Мета досліджень полягала у визначенні впливу різних варіантів застосування інноваційного стимулятора росту Вегестим на врожайність сучасних гібридів сорго зернового різних груп стиглості. Дослідження проводили протягом 2019–2021 рр. на полях ФГ «Дюніс» Кременського району Луганської області за загальноприйнятою методикою. Двохфакторний дослід закладено методом розщеплених ділянок у трьох повтореннях. У досліді вивчали чотири гібриди сорго зернового різних груп стиглості: Іггор, Флагг, Юкі і Сват та шість варіантів застосування стимулятора росту Вегестим: 1 – абсолютний контроль; 2 – другий контроль (обробка насіння водою); 3 – передпосівна обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння + фоліарне підживлення на початку фази трубкування; 5 – обробка насіння + фоліарне підживлення на початку викидання волоті; 6 – передпосівна обробка насіння + два фоліарні підживлення на початку трубкування та викидання волоті. Площа посівної і облікової ділянки становила 100,0 і 80,0 м² відповідно. Агротехніка в досліді була загальноприйнятою для району досліджень, за виключенням елементів поставлених на вивчення. Проведені дослідження довели доцільність застосування стимулятора росту Вегестим під час вирощування сорго зернового. З точки зору агрономічної ефективності кращим був варіант у якому цим препаратом обробляли насіння перед сівбою та проводили два фоліарні підживлення – на початку трубкування та викидання волотей. У середньому за роками та досліджуваними гібридами сорго зернового, врожайність зерна сорго в цьому варіанті була найвищою в досліді – 5,28 т/га. Також високу ефективність показав варіант у якому Вегестим застосовували для обробки насіння та фоліарного підживлення на початку трубкування. У більш сприятливому за погодними умовами вегетації 2021 р. урожайність зерна сорго на цих варіантах істотно не відрізнялася. Серед досліджуваних ранньостиглих гібридів істотну перевагу за врожайністю зерна в усі роки мав гібрид вітчизняної селекції Сват, а серед середньоранніх – гібрид французької селекції Флагг. У середньому за роками та варіантами застосування стимулятора росту Вегестим урожайність зерна цих гібридів становила 5,37 і 4,76 т/га відповідно. Таким чином, ці гібриди можна рекомендувати до вирощування, включаючи в технологію запропонований варіант застосування стимулятора росту Вегестим, а саме – передпосівну обробку насіння та два фоліарні підживлення – на початку фаз трубкування та викидання волоті.

Ключові слова: сорго зернове, урожайність зерна, обробка насіння, стимулятори росту, фоліарні підживлення.

Вступ

Протягом останнього періоду в Україні як і в усьому світі, відмічається тенденція глобального потепління, яка супроводжується зменшенням кількості опадів і нерівномірністю їх розподілу. У степових районах вже не рідкою є майже повна відсутність опадів протягом двох-трьох місяців, яка в літній період часто супроводжується високою температурою. Сума ефективних температур за рік у Північному Степу за останні 30 років зросла в середньому на 7–10 %. Ці причини вимушують по-перше – поширювати вирощування нових посухостійких і жаростійких культур, а по-друге – запроваджувати технологічні елементи спрямовані на нівелювання стресових чинників.

Перспективною зерновою культурою для умов Північного Степу є сорго, яке характеризується високою посухостійкістю, здатністю достатньо легко переносити високі температури та невибагливістю до ґрунтів. Сорго є багатофункціональною польовою культурою, з якої виготовляють продукти харчування, біоетанол, корми, папір, вініки, цукор тощо.

В умовах різкого подорожчання мінеральних добрив виникає необхідність підвищення їх ефективності, яка може бути досягнута з одного боку – шляхом врахування біологічних потреби культури, а з іншого – за рахунок комплексного застосування з препаратами, що дозволяють підвищити коефіцієнти їх використання. Зараз у сільському господарстві все популярнішими стають маловитратні технології вирощування сільськогосподарських культур, елементом яких є застосування хелатних мікродобрив, стимуляторів росту, біопрепаратів, гуматів тощо [1–3].

Ці препарати є економічними, їх використання забезпечує значне покращення росту та розвитку рослин, захищає їх від різного роду стресів, забезпечує значне підвищення врожайності та якості виробленої продукції [4–7].

Рослини оброблені стимуляторами росту менше потерпають від несприятливих чинників природного середовища та нестабільності погодних умов. Стимулятори росту забезпечують формування більшої кількості корисних речовин, які посилюють ферментативну діяльність клітин рослин й утворення стимулюючих зв'язків самою рослиною. У результаті цього підвищується проникність клітинної мембрани коренів, покращується надходження до рослин елементів мінерального живлення з ґрунтового розчину. Застосування стимуляторів росту також прискорює поглинання кисню рослинами, в результаті чого прискорюється фотосинтез, посилюється фотосинтетична активність агроценозів і, як наслідок, – підвищується їхня врожайність [8–10].

Висока ефективність застосування стимуляторів росту на посівах зернових культур пов'язана з їх здатністю до підвищеного накопичення макро- і мікроелементів, підвищенням концентрації пігментів фотосинтезу і, як наслідок, активізацією фотосинтезу та підвищенням продуктивності культур. Крім того, стимулятори росту дають можливість управляти тривалістю окремих фаз росту та розвитку рослин, а також допомагають виправити стан посівів через несприятливі абіотичні умови [11, 12].

Застосування стимуляторів росту під час вирощування польових культур дозволяє зменшити обсяги внесення мінеральних добрив і пестицидів. Таким чином, вони сприяють отриманню екологічно чистої продукції і є складовими екологобезпечних і енергоощадних технологій вирощування [13–15].

Стимулятори росту здебільшого застосовують для фоліарних підживлень у різні фази росту та розвитку рослин. Їх ефективність значною мірою залежить від часу внесення [16, 17]. Наразі виробництву пропонується великий асортимент стимуляторів росту, водночас їх роль для росту та розвитку рослин зернових культур, формування їх урожайності та якості зерна вимагає глибшого вивчення. Для підвищення ефективності їх використання потрібно вивчити їх вплив залежно від фази росту та розвитку рослин, часу, форм і доз застосування, внесення у суміші з добривами, пестицидами тощо [18, 19].

Як і всі зернові культури, сорго так само потребує достатню кількість ґрунтової вологи в поверхневому шарі на початковому періоді свого росту та розвитку. Саме тому важливо правильно підібрати стимулятор росту і дозу його застосування для активізації росту кореневої системи та раціонального споживання вологи [20].

Вітчизняними та зарубіжними вченими проведено ряд досліджень щодо визначення ефективності стимуляторів росту на соргових культурах, проте недостатньо та неповно вивчено питання застосування регуляторів росту саме на посівах сорго зернового в Північному Степу України.

Виходячи з цього, *мета* досліджень полягала у визначенні ефективності застосування стимулятору росту під час вирощування сорго зернового різних груп стиглості в умовах Північного Степу України.

Завданням досліджень було визначення впливу різних варіантів комплексного застосування стимулятору росту рослин Вегестим на врожайність зерна гібридів сорго зернового різних груп стиглості у різних погодних умовах вегетації, розрахунок часток впливу чинників у її мінливість, а також встановлення тісноти і напряду зв'язків урожайності зерна з основними елементами структури врожаю та показниками якості зерна окремо по кожному гібриду.

Визначення оптимальних варіантів застосування та впровадження у виробництво стимуляторів росту під час вирощування сорго дозволить зменшити хімічне навантаження на ґрунти і отримувати більш екологічну продукцію, сприятиме підвищенню продуктивності рослин сорго зернового та забезпеченню переробного комплексу високоякісною сировиною.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили протягом 2019–2021 рр. на полях ФГ «Дюніс» Кременського району Луганської області за загальноприйнятою методикою [21]. Ґрунт території досліджень – чорнозем дерново-підзолистий, слабо гумусний. Вміст гумусу в орному шарі – 2,4–2,8 %, рухомого фосфору (за Чириковим) – 11,6 мг, калію – 9,1 мг на 100 г ґрунту.

Двохфакторний дослід закладали методом розщеплених ділянок у трьох повтореннях. У досліді вивчали чотири гібриди сорго зернового різних груп стиглості (ділянки першого порядку):

Іггор, Флагг, Юкі і Сват та шість варіантів застосування стимулятора росту Вегестим (ділянки другого порядку): 1 – абсолютний контроль (без обробки насіння та фоліарних підживлень); 2 – другий контроль (обробка насіння водою); 3 – передпосівна обробка насіння Вегестимом з розрахунку 250 мл/т; 4 – обробка насіння + фоліарне підживлення на початку трубкування (31–32 мікрофаза) в дозі 50 мл/га; 5 – обробка насіння + фоліарне підживлення на початку викидання волоті (51–52 мікрофаза) в дозі 50 мг/га; 6 – передпосівна обробка насіння + два фоліарні підживлення під час мікрофаз 31–32 і 51–52 в рекомендованій дозі внесення – по 50 мг/га.

У дослідженнях порівнювали нові гібриди сорго зернового: ранньостиглий гібрид української селекції Сват (контроль); ранньостиглий гібрид американської селекції Юкі (в Державному реєстрі сортів з 2016 р.) і два середньоранні гібриди французької селекції – Іггор і Флагг (в Державному реєстрі сортів з 2018 р.). Всі гібриди мають високі показники стійкості до збудників хвороб, посухостійкі і рекомендовані для вирощування в Степу.

В якості стимулятор росту для досліджень обрали високоефективний вітчизняний препарат Вегестим виробництва ТОВ «Високий врожай». До складу препарату входить комплекс природних і синтетичних регуляторів росту, 2,6 диметилпіридин-1-оксид, фітогормони гібберелінового, ауксинового і цитокінінового типу, амінокислоти, насичені та ненасичені жирні кислоти, олігосахариди. До складу цього препарату входить збалансований набір мезо- і мікроелементів у хелатній формі: Mg – 3,2 г/л; Fe – 2,4 г/л; Mn – 2,4 г/л; Zn – 0,9 г/л; Cu – 0,9 г/л; Mo – 0,06 г/л; B – 0,3 г/л і Co – 0,024 г/л. Також у складі Вегестиму є три етиленгліколи – ПЕГ-200, 400 і 600 (кожного по 60 г/л), які виконують функцію прилипачів і кріопротекторів [22].

Площа посівної і облікової ділянки дослідів становила 100,0 і 80,0 м² відповідно. Агротехніка в досліді була загальноприйнятою для району досліджень, за виключенням елементів поставлених на вивчення.

Погодні умови вегетації сорго у 2019–2021 рр. були контрастними насамперед за режимом зволоження. У той же час, впродовж років відмічали загальну тенденцію розподілу опадів, а саме, – значно більше їх випало на початку вегетації сорго. Так, у першу декаду травня 2019 р. кількість опадів удвічі перевищувала показник кліматичної норми, і це при тому, що під час другої і третьої декад квітня випало біля 45,0 мм опадів за середньо-багаторічного показника – 23,0 мм. У травні 2020 і 2021 рр., а також у червні 2021 р. кількість опадів також була значно вищою за багаторічні показники. Так, у травні 2020 і 2021 рр. випало відповідно 108 і 71,5 мм опадів, за кліматичної норми – 49 мм. У червні більшість опадів випала в перші дві декади – 52,8 і 78,4 мм відповідно. З третьої декади червня і далі до кінця вегетації сорго, в ці роки опадів фактично не було. Дощі у кількості 2–3 мм були непродуктивними, вони тільки погіршували ситуацію, оскільки провокували проростання насіння бур'янів.

У 2019 р. відмічена дещо інша тенденція, а саме, – посіви сорго в другій половині літа відчували значно менший дефіцит вологи, оскільки в цей період випало кілька продуктивних опадів, найбільше в кінці першої декади липня – понад 25,0 мм і в середині третьої декади цього місяця – 15,0 мм.

У цілому за вегетацію рослин сорго в роки досліджень випало менше 200 мм опадів, що значно менше середньобагаторічного показника який складає 241,0 мм. Разом із тим, враховуючи достатню забезпеченість посівів вологою на початкових етапах їх росту та розвитку, а також беручи до уваги тенденцію глобального потепління і зменшення річної кількості опадів, погодні умови району досліджень, в контексті кількості опадів і їхнього розподілу протягом вегетації, у цілому можна віднести до сприятливих для сорго.

Температура повітря в роки досліджень також значно відрізнялася від середньобагаторічних показників. За роками досліджень відмічалася значне їх коливання. Більша частина вегетації рослин сорго проходила за температур, що перевищували показники кліматичної норми, однак вони не виходили за межі біологічно допустимих для рослин.

Характерною особливістю температурного режиму 2020, 2021 рр. було те, що на початку розвитку рослин температура повітря була меншою за показників кліматичної норми. У подальші місяці вегетації рослин, вона навпаки значно перевищувала середні багаторічні показники. У 2019 р. температурні показники травня та червня значно перевищували середньобагаторічні показники. Зокрема, середня температура у травні та червні була майже на 4,0 і 6,0°C відповідно вищою порівняно з середньобагаторічними показниками. У наступні місяці вегетації рослин сорго в цьому році температура була фактично в межах показників кліматичної норми.

Серед років досліджень більш сприятливі температурні умови протягом вегетації рослин склалися в 2021 р. Температура повітря на початку вегетації рослин цього року була дещо вищою порівняно з 2020 р. водночас меншою порівняно з показником кліматичної норми. У літні місяці 2021 р. температура за виключенням кількох днів у другій декаді липня, знаходилася в діапазоні оптимальних температур для рослин сорго – 20–25 °С, тоді як у 2020 р. у першій та другій декадах липня в окремі дні вона перевищувала 35,0 °С!

У цілому варто відмітити, що погодні умови вегетації в роки досліджень значно відрізнялися від показників кліматичної норми, проте їх порівняння з погодними умовами останніх 10 років свідчить, що вони є фактично типовими, оскільки за рахунок глобального потепління кліматичні умови місця досліджень за останні 50 років помітно змінилися в бік потепління, зменшення кількості опадів і рівномірності їх розподілу.

Результати досліджень та їх обговорення

За роками досліджень, на варіантах досліджуваних гібридів сорго відзначено в цілому аналогічний розподіл показників урожайності зерна за впливу досліджуваних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим. Зокрема, найменша врожайність зерна досліджуваних гібридів зернового сорго в усі роки була на перших двох варіантах досліду (абсолютному контролю та варіанті обробки насіння водою), а найвища – на варіантах проведення передпосівної обробки насіння та двох фоліарних підживлень – на початку трубкування та викидання волоті (31–33 та 51–52 мікрофази за міжнародною шкалою ВВСН).

У 2019 і 2020 рр. у варіанті проведення двох фоліарних підживлень Вегестимом (шостий варіант чинника В) урожайність зерна досліджуваних гібридів сорго зернового істотно перевищувала всі інші варіанти. За поведеним статистичним аналізом із використанням рангового критерію Дункана, показник урожайності зерна в цьому варіанті формувала окрему, найвищу рангову групу.

Аналіз головного ефекту чинника В у 2019 і 2020 рр. також виявив істотну перевагу шостого варіанту порівняно з рештою варіантів. Зокрема, у середньому по гібридах сорго зернового, урожайність зерна в цьому варіанті в ці роки становила 5,36 і 4,62 т/га, що на 0,19 і 0,26 т/га відповідно вище порівняно з найближчим показником урожайності в досліді, який отримали у четвертому варіанті – одне фоліарне підживлення на початку фази трубкування (табл. 1).

У більш сприятливому для вирощування сорго 2021 р. проведення двох фоліарних підживлень забезпечувало формування найвищої врожайності порівняно з рештою варіантів чинника В лише на посівах гібриду Іггор. На посівах інших гібридів переваги варіанту проведення двох фоліарних підживлень порівняно з варіантом де проводили одне фоліарне підживлення Вегестимом – на початку фази трубкування, не було. Показники урожайності зерна на цих варіантах за проведеним статистичним аналізом віднесено до однієї рангової групи.

У середньому по досліджуваних гібридах сорго в 2021 р. істотної різниці між варіантом проведення одного фоліарного підживлення на початку фази трубкування і двох фоліарних підживлень стимулятором росту Вегестим не встановлено. На цих варіантах вона була фактично однаковою – 5,85 і 5,87 т/га відповідно і належала до четвертої рангової групи.

Дослідженнями доведено істотну перевагу проведення фоліарного підживлення Вегестимом на початку фази трубкування (31–32 мікрофази) порівняно з підживленням у більш пізній період – на початку викидання волоті (51–52 мікрофази). Тож, за тих самих витрат, за агрономічною та економічною ефективністю більш ране фоліарне підживлення посівів сорго має істотну перевагу. Так, в 2019, 2020 і 2021 рр. врожайність зерна сорго в середньому за чинником А на варіантах проведення фоліарного підживлення на початку трубкування була на 0,23 т/га, 0,20 і 0,28 т/га відповідно вищою порівняно з варіантом проведення фоліарного підживлення на початку викидання волоті.

Аналіз часткових порівнянь чинника В також свідчить про істотну перевагу фоліарного підживлення на початку трубкування порівняно з більш пізньою фазою. Тобто, на посівах всіх досліджуваних гібридів сорго зернового, в роки досліджень показники врожайності зерна на цих варіантах (фоліарне підживлення на початку трубкування) належали до вищої рангової групи.

Вищий вплив фоліарного підживлення у більш ранній період (на початку трубкування) є цілком закономірним, оскільки в цей час відбувається закладання квіток волотей, тож стимуляція ростових процесів в цей період приводить по-перше – до закладання більшої кількості квіток у суцвіттях, по-друге – до меншої їхньої редукції в наступні фази. Як наслідок, волоті мають вищу озерненість.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Урожайність зерна гібридів сорго зернового за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у 2019–2021 роках, т/га

Гібрид (Чинник А)	Варіанти застосування Вегестиму (чинник В)	Рік					
		2019		2020		2021	
		I*	II	I	II	I	II
Іггор	1**	4,69	◇	4,02	◇	5,33	◇
	2	4,75	◇	4,08	◇	5,43	◇
	3	5,02	◇◇	4,25	◇◇	5,68	◇◇
	4	5,38	◇◇◇	4,41	◇◇◇	5,95	◇◇◇
	5	5,10	◇◇	4,30	◇◇	5,79	◇◇
	6	5,53	◇◇◇◇	4,68	◇◇◇◇	6,05	◇◇◇◇
Юкі	1	4,17	◇	3,40	◇	4,49	◇
	2	4,14	◇	3,43	◇	4,54	◇
	3	4,45	◇◇	3,67	◇◇	4,72	◇◇
	4	4,70	◇◇◇	3,76	◇◇◇	5,12	◇◇◇
	5	4,43	◇◇	3,60	◇◇	4,79	◇◇
	6	4,86	◇◇◇◇	3,91	◇◇◇◇	5,06	◇◇◇
Сват (κ)	1	4,37	◇	3,88	◇	4,83	◇
	2	4,41	◇	3,91	◇	4,86	◇
	3	4,63	◇◇	4,18	◇◇	5,26	◇◇
	4	4,97	◇◇◇◇	4,43	◇◇◇	5,71	◇◇◇◇
	5	4,75	◇◇◇	4,26	◇◇	5,43	◇◇◇
	6	5,20	◇◇◇◇◇	4,78	◇◇◇◇	5,74	◇◇◇◇
Флагг	1	4,99	◇	4,10	◇	5,71	◇
	2	5,07	◇	4,15	◇	5,75	◇
	3	5,36	◇◇	4,40	◇◇	6,17	◇◇
	4	5,67	◇◇◇◇	4,83	◇◇◇	6,60	◇◇◇◇
	5	5,50	◇◇◇	4,45	◇◇	6,26	◇◇◇
	6	5,86	◇◇◇◇◇	5,11	◇◇◇◇	6,61	◇◇◇◇
Середнє за варіантами чинника В	1	4,56	◆	3,85	◆	5,09	◆
	2	4,59	◆	3,89	◆	5,15	◆
	3	4,87	◆◆	4,13	◆◆	5,46	◆◆
	4	5,18	◆◆◆◆	4,36	◆◆◆	5,85	◆◆◆◆
	5	4,95	◆◆◆	4,16	◆◆	5,57	◆◆◆
	6	5,36	◆◆◆◆◆	4,63	◆◆◆◆	5,87	◆◆◆◆
Середнє за варіантами чинника А	Іггор	5,08	■ ■ ■	4,29	■ ■ ■	5,71	■ ■ ■
	Юкі	4,46	■ ■	3,63	■ ■	4,79	■ ■
	Сват (κ)	4,72	■	4,24	■	5,31	■

Примітки: * I – урожайність зерна, т/га; II – гомогенні групи показників урожайності зерна за проведеним статистичним аналізом із використанням рангового критерію Дункана. ** – варіанти чинника В: 1 – абсолютний контроль; 2 – другий контроль (обробка насіння водою); 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння і позакореневе підживлення Вегестимом на початку трубкування; 5 – обробка насіння і позакореневе підживлення Вегестимом під час викидання волоті; 6 – обробка насіння і два підживлення – на початку трубкування та під час викидання волоті.

Крім того фоліарне підживлення в цей період стимулюючи ріст і розвиток рослин, а також нівелюючи несприятливий вплив абіотичних чинників, сприяє зменшенню «випадіння» рослин. Таким чином, підживлення на початку фази трубкування сприяє підвищенню кількісних параметрів елементів структури врожаю, а саме – збереженню більшої кількості рослин до початку збирання та утворенню більшої кількості зерен у волоті. Подібне пояснення надає науковець Л. І. Сторожик [23], яка відмічає, що застосування регулятора росту в критичні фази у тому числі у фазі трубкування,

добре стимулює рослини та дає змогу оминати в процесі свого росту й розвитку нестачі чинників живлення в критичні періоди онтогенезу.

Фоліарне підживлення на початку викидання волоті з точки зору збільшення озерненості волоті є менш ефективним, оскільки закладка квіток до цього моменту вже відбулася, тож підживлення в цей час сприятиме лише зменшенню редукції закладених квіток. Ефективність підживлення в цей час з точки зору підвищення збереженості рослин також під сумнівом, оскільки «випадіння» рослин починаючи з фази викидання волоті значно менше ніж до цієї фази. Говорити про те, що підживлення на початку викидання волоті сприятиме збільшенню маси 1000 зерен теж не коректно, оскільки до початку наливання зерна часу ще багато, а ефект підживлення триває не більше двох тижнів.

Вплив комплексного застосування стимулятора росту Вегестим більшою мірою проявлявся в менш сприятливих погодних умовах 2020 р., що свідчить про доцільність застосування цього роду препаратів насамперед в умовах стресів. Так, урожайність зерна сорго в середньому за досліджуваними гібридами на варіантах проведення передпосівної обробки насіння та двох фоліарних підживлень стимулятором росту Вегестимом у 2019 і 2021 рр. була на 17,5 і 15,3 % вищою порівняно з першим контролем, а в 2020 р. – більш ніж на 20,0 %. Вищу ефективність застосування стимуляторів росту у менш сприятливих погодних умовах вегетації відмічають також й інші дослідники [24, 25].

Вплив погодних умов на ефективність комплексного застосування стимулятора росту Вегестим більшою мірою проявлявся на посівах середньораннього французького гібриду сорго Флагг. Зокрема, діапазон розбіжності показників урожайності зерна цього гібрида за впливу чинника *B* у 2019, 2020 і 2021 рр. становив 17,4, 24,6 і 15,8 % відповідно.

У середньому за роками та досліджуваними гібридами, найвища врожайність зерна сорго (5,28 т/га) відмічена на варіанті проведення передпосівної обробки насіння та двох фоліарних підживлень стимулятором росту Вегестим. За проведеним статистичним аналізом із використанням рангового критерію Дункана (роки врахували як повторення) урожайність зерна в цьому варіанті істотно перевищувала всі інші варіанти формуючи окрему рангову групу (табл. 2).

2. Урожайність зерна гібридів сорго зернового за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у середньому за три роки, т/га

Варіанти застосування Вегестиму (чинник <i>B</i>)	Гібриди (чинник <i>A</i>)				
	Іггор	Юкі	Сват (κ)	Флагг	Середнє
1*	4,68/І	4,02/І	4,36/І	4,93/І	4,50/І
2	4,75/І	4,04/І	4,39/І	4,99/І	4,54/І
3	4,98/ІІ	4,28/ІІ	4,69/ІІ	5,31/ІІ	4,82/ІІ
4	5,25/ІІІ	4,53/ІІІ	5,04/ІІІ	5,70/ІІІ	5,13/ІІІ
5	5,06/ІІ	4,27/ІІ	4,81/ІІІ	5,40/ІІ	4,89/ІІ
6	5,42/ІІІ	4,61/ІІІ	5,24/ІІІ	5,86/ІІІ	5,28/ІІІ
Середнє	5,02/І	4,29/ІІ	4,76/І	5,37/ІІІ	4,86

Примітки: * – варіанти чинника *B*: 1 – абсолютний контроль; 2 – другий контроль (обробка насіння водою); 3 – обробка насіння Вегестимом; 4 – обробка насіння і позакореневе підживлення Вегестимом на початку трубкування; 5 – обробка насіння і підживлення Вегестимом під час викидання волоті; 6 – обробка насіння і два підживлення – на початку трубкування та під час викидання волоті. У чисельнику – урожайність, у знаменнику – гомогенна група до якої входить показник відповідно до статистичного аналізу. Під час математичного аналізу роки рахували як повторення.

Варто відмітити високу ефективність фоліарного підживлення Вегестимом на початку фази трубкування. Урожайність зерна ранньостиглого гібриду Юкі на цьому варіанті була найвищою в досліді – 4,53 т/га. За проведеним статистичним аналізом, проведення двох фоліарних підживлень не забезпечувало достовірної прибавки врожайності зерна цього гібриду. Показники врожайності зерна на цих варіантах належали до третьої (найвищої) рангової групи.

У розрізі всіх досліджуваних гібридів, їхня врожайність на варіантах раннього фоліарного підживлення (на початку трубкування) істотно перевищувала варіант більш пізнього фоліарного підживлення (на початку викидання волоті). Так, врожайність зерна середньоранніх гібридів Іггор і Флагг була вищою на 0,19 і 0,30 т/га, ранньостиглих гібридів Юкі і Сват – на 0,26 і 0,23 т/га відповідно. У цілому слід відмітити подібну закономірність розподілу показників урожайності зерна гібридів сорго за впливу досліджуваних варіантів підживлень.

Серед досліджуваних гібридів сорго найвищу врожайність зерна формував середньоранній гібрид французької селекції Флагг. У середньому за роками та варіантами застосування стимулятора росту Вегестим, урожайність зерна цього гібриду становила 5,37 т/га. Цей показник істотно перевищував урожайність зерна інших гібридів. Зокрема, він був на 0,61 т/га (13,0 %) вищий, ніж на контролі – ранньостиглий гібрид української селекції Сват.

Найнижчу врожайність зерна в досліді у середньому за три роки – 4,29 т/га формував ранньостиглий гібрид американської селекції Юкі. Порівняно з контролем (ранньостиглої селекції Сват) його врожайність була на 0,47 т/га або на 11,0 % меншою. Урожайність середньораннього гібриду французької селекції Іггор у середньому за три роки досліджень статистично не відрізнялася врожайності на контролі. У той же час, як раніше зазначалося, безпосередньо за роками досліджень урожайність зерна цього гібриду була істотно більшою порівняно з контрольним гібридом.

Певної взаємодії досліджуваних чинників не встановлено, оскільки ефект застосування стимулятора росту Вегестим на всіх гібридах був схожим. Так само, розбіжність між показниками урожайності зерна досліджуваних гібридів на всіх варіантах чинника В істотно не відрізнялася. Проведений факторний аналіз це підтвердив. Зокрема, частка взаємодії досліджуваних технологічних чинників у загальній мінливості врожайності зерна складала лише 0,5 % (рис. 1).

Найбільших змін урожайність зерна сорго зазнавала за впливу погодних умов вегетації. Частка цього чинника становила 54,0 %. Серед досліджуваних технологічних чинників більший вплив у мінливість урожайності зерна чинили особливості гібридів (вклад – 28,2 %). Частка чинника В (варіанти застосування стимулятора росту Вегестим) у мінливості показника складала 14,7 %.

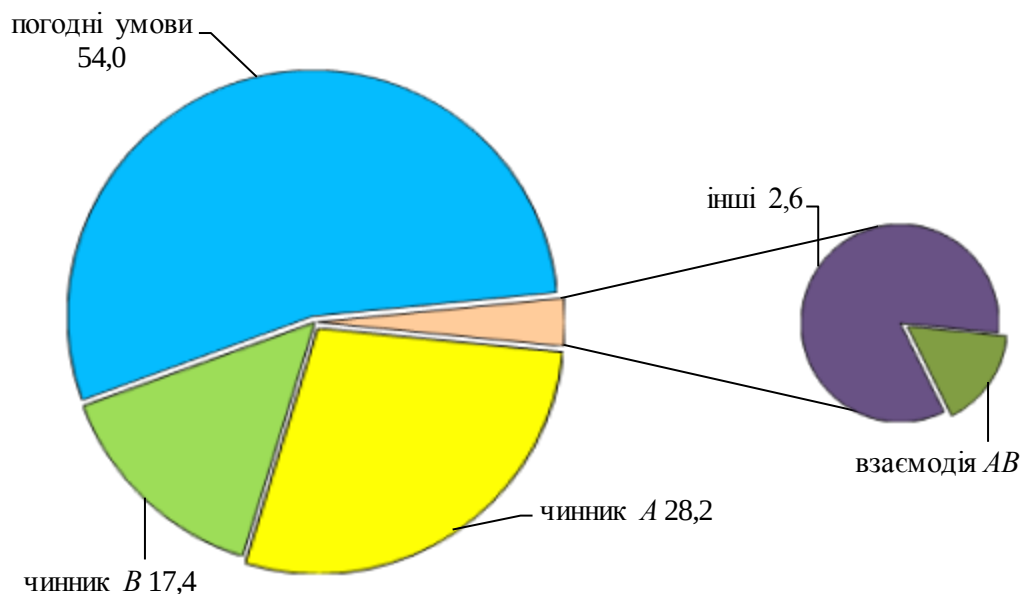


Рис. 1. Частки впливу чинників на мінливість урожайності зерна сорго, %

Значний вплив чинника А пов'язаний із тим, що для досліджень обрали гібриди сорго різних груп стиглості – ранньостиглі та середньоранні. Звісно гібриди з довшою тривалістю вегетації (у проведеному досліді – це Іггор і Флагг) за нормальних умов формують вищу врожайність зерна порівняно з ранньостиглими гібридами – Юкі та Сват.

Представляє інтерес визначення тісноти та напрямку зв'язків урожайності зерна з основними елементами структури врожаю та окремими показниками якості зерна. Оскільки досліджувані гібриди сорго зернового мають певні біологічні і морфологічні відмінності нами було визначено ці зв'язки окремо для кожного досліджуваного гібриду сорго (рис. 2).

По всіх досліджуваних гібридах сорго зернового у цілому було відмічено аналогічні зв'язки врожайності зерна з основними елементами структури врожаю та якісними показниками зерна. Однак були відмічені і певні відмінності.

Урожайність зерна всіх гібридів сорго мала тісний прямий зв'язок з кількістю рослин перед збиранням – $r = 0,97-0,98$, кількістю волотей на 1 м^2 – $r = 0,98-0,99$, озерненістю волоті головного стебла – $r = 0,99$, озерненістю волоті бічного стебла – $r = 0,98-0,99$ масою зерна з волоті головного і бічного стебел – $r = 0,94-0,97$ і $r = 0,98-0,99$ відповідно та зі збереженістю рослин – $r = 0,96$.

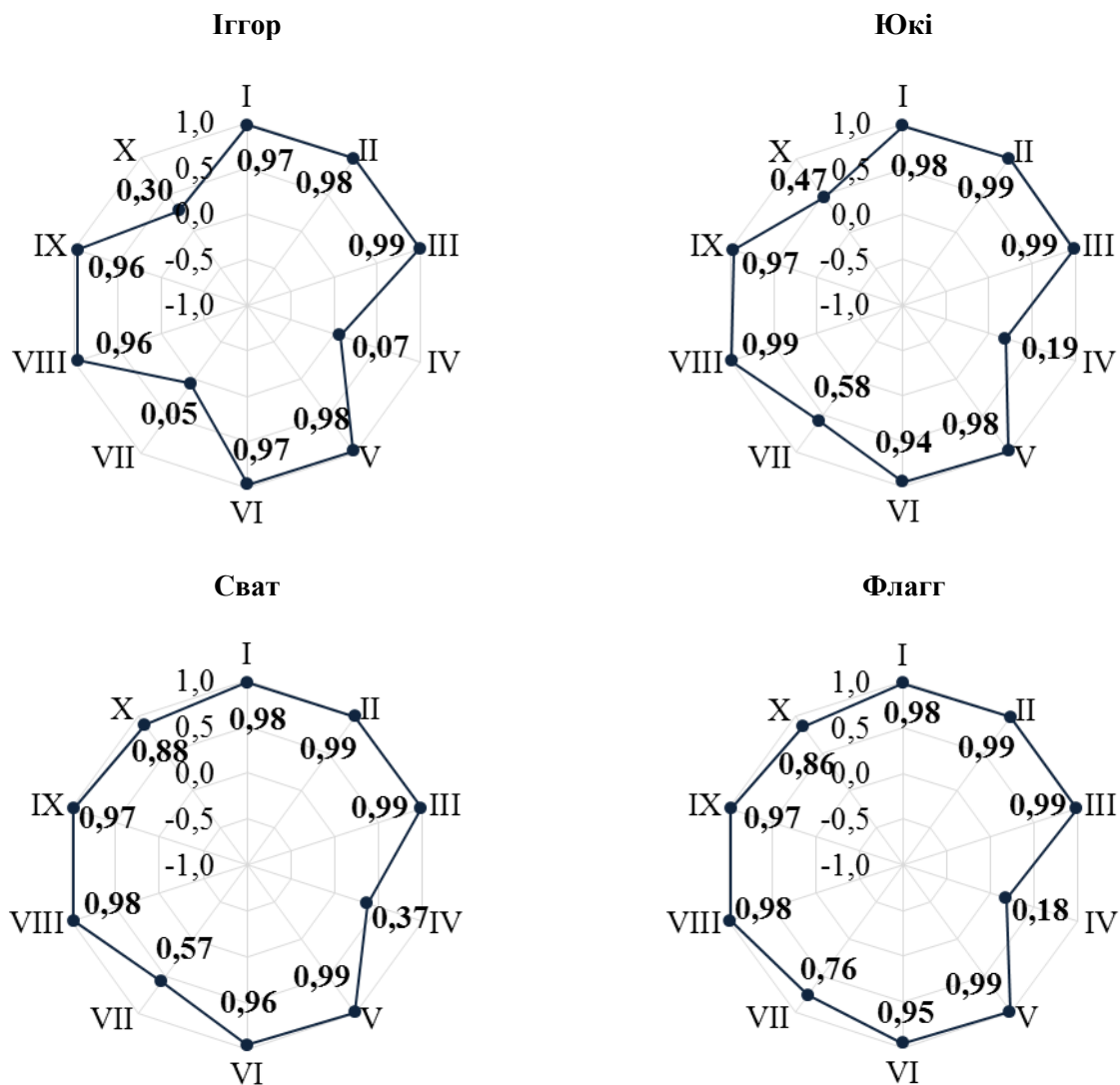


Рис. 2. Кореляційні зв'язки врожайності досліджуваних гібридів сорго з основними елементами структури врожаю та якісними показниками.

Примітки: I – кількість рослин перед збиранням; II – загальна кількість волотей на одиниці площі; III – озерненість волоті головного стебла; IV – вміст білку; V – озерненість волоті бічного стебла; VI – маса зерна з волоті головного стебла; VII – вміст крохмалю; VIII – маса зерна з бічної волоті; IX – збереженість рослин; X – маса 1000 зерен.

Відмінність між гібридами полягала в тісній зв'язків їх урожайності зерна з показниками якості – масою 1000 зерен, вмістом білка та крохмалю. Зокрема, у гібридів Іггор, Юкі та Флаг між урожайністю зерна та вмістом білка відмічено слабкий прямий зв'язок – $r = 0,07-0,18$, тоді як у гібрида Сват – середній прямий – $r = 0,37$. Урожайність ранньостиглих гібридів Сват і Юкі мала середній прямий зв'язок із вмістом крохмалю – $r = 0,57-0,58$, тоді як у гібрида Флаг цей зв'язок був тісний прямий – $r = 0,76$, а в гібриду Іггор був фактично відсутній – $r = 0,05$. Урожайність гібридів Сват і Флаг мала тісний прямий зв'язок із масою 1000 зерен – $r = 0,86-0,88$. У гібридів сорго Іггор і Сват між цими показниками існував середній прямий зв'язок – $r = 0,30$ і $r = 0,47$ відповідно.

Висновки

Проведені дослідження довели доцільність застосування стимулятора росту Вегестим при вирощуванні сорго зернового. З точки зору агрономічної ефективності кращим був варіант у якому цим препаратом обробляли насіння перед сівбою та проводили два фоліарні підживлення – на початку трубкування (мікрофаза 31–32 за міжнародною шкалою BBCH) та на початку викидання волотей (мікрофаза 51–52). Також високу ефективність показав варіант у якому Вегестим застосовували для обробки насіння та для фоліарного підживлення на початку трубкування. У більш сприятливому за погодними умовами вегетації 2021 р. урожайність зерна сорго на цих варіантах істотно не відрізнялася. Водночас, враховуючи те, що район досліджень відноситься до зони нестійкого землеробства з частими посухами та значними перепадами температури, стимулятор росту Вегестим по вегетуючих рослинах варто вносити двічі. Серед досліджуваних ранньостиглих гібридів істотну перевагу за врожайністю зерна в усі роки мав гібрид вітчизняної селекції Сват, а серед середньоранніх – гібрид французької селекції Флаг, на підставі чого ці гібриди можна рекомендувати господарства для вирощування, включаючи в технологічний план вирощування запропонований варіант застосування стимулятора росту Вегестим, а саме – передпосівну обробку насіння та два фоліарні підживлення – на початку фаз трубкування та викидання волоті в рекомендованих дозах внесення.

Перспективи подальших досліджень. Враховуючи високу ефективність застосування стимулятора росту Вегестим у проведених дослідженнях для підвищення врожайності зерна гібридів сорго зернового та беручи до уваги тенденцію погіршення погодних умов, насамперед, – зменшення кількості опадів і підвищення температурних показників, перспективним напрямком досліджень є вивчення ефективності стимуляторів росту на посівах сорго. Також перспективним є порівняння ефективності різних стимуляторів росту, які мають різний склад і представлені широким асортиментом на ринку. Доцільно також проводити дослідження щодо ефективності застосування стимуляторів росту рослин у комплексі з іншими технологічними чинниками зокрема, із мінеральними добривами, пестицидами, строками сівби, особливостями сортів і гібридів тощо.

References

1. Efremova, I. G., Kibalnik, O. P., & Semin D. S. (2020). Effektivnost guminovyh preparatov na posevah sahnogo sorogo v chernozemnoj stepi Saratovskogo pravoberezhya. *Agrarnyj Nauchnyj Zhurnal*, 5, 9–13. [In Russian].
2. Kadyrov, S. V., & Kozlobaev, A. V. (2011). Vliyanie stimulyatorov rosta i mikroudobrenij na posevnye kachestva semyan grechihi. *Sovershenstvovanie Tehnologij Proizvodstva Zernovyh, Kormovyh i Tehnicheskikh Kultur v CChR*, 24–29 [In Russian].
3. Kibalnik, O. P., Efremova, I. G., & Semin, D. S. (2020). Produktivnost sahnogo sorogo pri ispolzovanii guminovyh preparatov v usloviyah nizhnego Povolzhya. *Niva Povolzhya*, 3 (56), 3–8. [In Russian].
4. Voskobulova, N. I., & Kolesnikova, A. A. (2005). Vliyanie regulyatorov rosta i desikantov na urozhajnost i vlazhnost zerna sahnogo sorogo. *Problemy ustojchivosti bioresursov: teoriya i praktika: materialy 2-oj Rossijskoj. nauchno-prakticheskoy konferencii, 25-28 oktyabrya 2005 g.* Orenburg: OGAU [In Russian].
5. Gambur, K. Z., Kulaeva, O. N., & Muromcev, G. S. (1979). *Regulyatory rosta rastenij*. Moskva: Kolos, 246 [In Russian].
6. Evchuk, M. V., & Balinova, T. A. (2014). Osobennosti rosta i razvitiya sahnogo sorogo pri dejstvii biologicheskii aktivnyh preparatov na svetlo-kashtanovoj pochve. *«Agro XXI»*, 10–12 (101), 33–34. [In Russian].

7. Sheveluha, B. C., Kovalev, V. M., & Gruzdev, L. G. (1985). Regulatory rosta rastenij v selskom hozyajstve. *Vestnik Agrarnoj Nauki*, 9, 57–65. [In Russian].
8. Asami, T., & Nakagawa, Y. (2018). Preface to the special Issue: brief review of plant hormones and their utilization in agriculture. *Journal of Pesticide Science*, 43 (3), 154–158. doi: 10.1584/jpestics.M18-02
9. Alexopoulos, A. A., Karapanos, I. C., Akoumianakis, K. A., & Passam, H. C. (2017). Effect of gibberellic acid on the growth rate and physiological age of tubers cultivated from true potato seed. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36 (1), 1–10. doi: 10.1007/s00344-016-9616-z
10. Kumar, G., & Sahoo, D. (2011). Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold. *Journal of Applied Phycology*, 23, 251–255. doi: 10.1007/s10811-011-9660-9
11. Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, 383, 3–4.
12. Szczepanek, M. (2018). Technology of maize with growth stimulants application. *17th International Scientific Conference Engineering for Rural Development*, 483–490. doi: 10.22616/ERDev2018.17.N074
13. Vasin, A. V., & Kazutina, N. A. (2013). Vliyanie priyomov predposevnoj obrabotki semyan i posevov stimulyatorami rosta na urozhajnost zernovogo sorgo. *Izvestiya Samarskoj GSHA*, 4, 3–5. [In Russian].
14. Evchuk, M. V. (2013). Vliyanie obrabotki semyan sorgo preparatom Prorastin na razvitie rastenij na svetlo-kashtanovyh pochvah Kalmykii. *Teoreticheskie i Prikladnye Problemy APK*, 4 (17), 15–17. [In Russian].
15. Muzyka, O. V. (2020). Formuvannia vrozhaiu sorho tsukrovoho za vyroshuvannia yak enerhetychnoi kultury v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. *Doctor's thesis*. Bila Tserkva [In Ukrainian].
16. Khafagy, M. A-M., Zain, Al-A. A. H. M., Farouk, S., Amrajaa, H. K. (2017). Effect of pre-treatment of barley Grain on germination and seedling growth under drought stress. *Advances in Applied Sciences*, 2 (3), 33–42. doi: 10.11648/j.aas.20170203.12
17. Yakhin, O. I., Lubyantsev, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7. doi: 10.3389/fpls.2016.02049
18. Heřmanská, A., Středa, T., & Chloupek, O. (2015). Improved wheat grain yield by a new method of root selection. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (1), 195–202. doi: 10.1007/s13593-014-0227-4
19. Ren, B., Zhang, J., Dong, S., Liu, P., & Zhao, B. (2017). Regulations of 6-benzyladenine (6-BA) on leaf ultrastructure and photosynthetic characteristics of waterlogged summer maize. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36, 743–754. doi: 10.1007/s00344-017-9677-7
20. Alabushev, A. V., & Gurskij, N. G. (2003). *Sorgo (selekcija, semenovodstvo, tehnologija, ekonomika)*. Rostov-na-Donu [In Russian].
21. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta: uchebnik*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
22. Vehestym. *Ahrotekhnolohiia XXI*. Retrived from: <https://agro21.com.ua/stimulatoryrosta/vegetim/>
23. Storozhyk, L. I. (2018). Formuvannia produktyvnosti sorho v umovakh Skhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Naukovi Pratsi IBKiTsB*, 26, 91–104. [In Ukrainian].
24. Ahmad, W., Noor, M. A., Afzal, I., Bakhtavar, M. A., Nawaz, M., Sun, X., Zhou, B., Ma, W., & Zhao, M. (2016). Improvement of sorghum crop through exogenous application of natural growth-promoting substances under a changing climate. *Sustainability*, 8 (1330), 881–897. doi: 10.3390/su8121330
25. Storozhyk, L. I., & Muzyka O. V. (2019). Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti hibrydiv sorho tsukrovoho zalezno vid vplyvu ahrotekhnichnykh faktoriv: shyryny mizhryad, hustoty posiviv ta obrobky rehulatorom rostu. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15 (2), 171–181. doi: 10.21498/2518-1017.2.2019.173567 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 16.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Давиденко С. Ю., Рожков А. О. Урожайність зерна сорго за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у Північному Степу України. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 18–28.

© Давиденко Станіслав Юрійович, Рожков Артур Олександрович, 2022

Agriculture.
Plant growingBULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMYISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>

original article | UDC 635:551.582 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.03

THE INFLUENCE OF CLIMATE WARMING ON THE PRODUCTIVITY OF EGGPLANT
AND SWEET PEPPER IN THE STEPPE ZONE OF UKRAINE

A. M. Polevoy

L. E. Bozhko

E. A. Barsukova*

T. K. Kostyukievych

ORCID  [0000-0002-0049-7024](https://orcid.org/0000-0002-0049-7024)ORCID  [0000-0002-1485-4707](https://orcid.org/0000-0002-1485-4707)ORCID  [0000-0002-9054-142X](https://orcid.org/0000-0002-9054-142X)ORCID  [0000-0002-1952-8839](https://orcid.org/0000-0002-1952-8839)

Odessa State Environmental University, 15 Lvivska St., 65016, Odessa, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: lena5933@ukr.net

How to Cite

Polyovyi, A., Bozhko, L., Barsukova, O., & Kostyukievych, T. (2022). The influence of climate warming on the productivity of eggplant and sweet pepper in the Steppe zone of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 29–37. doi: 10.31210/visnyk2022.01.03

Article presents the results of the research of the impact of the environment on the productivity of heat- and moisture-loving vegetable crops of eggplant and sweet pepper. Research used observational data on the development of eggplant and sweet pepper, averaged over regions in the Steppe zone of Ukraine, as well as meteorological elements for the period from 1995 to 2018 and calculated according to the climate change scenario RCP 8.5 for the period up to 2050. It is determined that by 2018, air temperature in the steppe zone of Ukraine increased by 1.2–1.3 °C depending on the territory. This global warming facilitated the increase in sum of temperatures during the growing season of eggplant and sweet peppers, as well as increase in the heat supply during growing season, which allowed to expand the production area of late-maturing and more high-yielding varieties of eggplant and sweet peppers. Besides that, increase of heat supply will extend the northern border of production of heat-loving crops to the central regions of the Forest-Steppe zone of Ukraine. The amount of precipitation during the summer period decreased to 80 % of the long-term average. The average long-term irrigation rate was 3600 m³/ha. Thus, as the amount of precipitation decreased, the inflow of moisture into the soil decreased as well. The increase of air temperature and the decrease of the amount of precipitation combined with the average rate of irrigation led to an increase in evaporation and total evaporation, which, in turn, led to an increase in the evaporation deficit and deterioration of wet conditions for plants. In such conditions heat and moisture supply, as well as crop productivity, decreases, especially during the second half of the growing season. Estimates for the period up to 2050 under the climate change scenario indicate that global warming will continue. The sum of temperatures will increase by 150–180 °C, the amount of precipitation will decrease. This in turn will increase total evaporation, plant moisture consumption and evaporation deficit. Thus, with a constant rate of irrigation, the moisture content of plants will decrease. Increase of irrigation rates will help to increase crop productivity. Calculations of crop productivity at irrigation rates up to 4000 m³/ha showed that the productivity of eggplant and sweet pepper will increase. Therefore, irrigation rates must be adjusted according to crop requirements for wet conditions.

Key words: eggplant, sweet pepper, heat supply, moisture supply, moisture deficit, irrigation rates, climate change.

ВПЛИВ ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БАКЛАЖАНА І СОЛОДКОГО ПЕРЦЮ В СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

А. М. Польовий, Л. Ю. Божко, О. А. Барсукова, Т. К. Костюкевич

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

В статті викладаються результати досліджень впливу навколишнього середовища на продуктивність тепло і вологолюбних овочевих культур баклажана і солодкого перцю. Для досліджень використовувались матеріали середніх по областях Степової зони України даних спостережень за розвитком баклажана і солодкого перцю, і метеорологічними елементами за період з 1995 по 2018 рр. та розрахованими за сценарієм зміни клімату RCP8.5 на період до 2050 рр. Встановлено, що температура повітря підвищилась в Степовій зоні України в залежності від території до 2018 року на 1,2–1,3 °С. Таке потепління клімату сприяло підвищенню сум температур за вегетаційний період баклажана і солодкого перцю і підвищенню тепло забезпеченості вегетаційного періоду, що дає змогу розширити виробничі площі вирощування пізньостиглих більш високоврожайних сортів баклажана і солодкого перцю. Крім того, підвищення теплозабезпеченості сприятиме просуванню північної межі виробничого вирощування теплолюбних культур до центральних районів Лісостепової зони України. Сума опадів за літній період зменшилась до 80 % від середньої багаторічної. Середня багаторічна норма зрошення становила 3600 м³/га. Отже зі зменшенням сум опадів зменшилось надходження вологи в ґрунт. Підвищення температури повітря і зменшення суми опадів за середньої норми зрошення призвело до збільшення випаровуваності і сумарного випаровування, що спричинило підвищення дефіциту випаровування і погіршення умов волого забезпечення рослин. В таких умовах тепло та волого забезпечення продуктивність культур зменшується особливо в другу половину вегетаційного періоду. Розрахунки на період до 2050 року за сценарієм зміни клімату свідчать, що потепління клімату буде продовжуватись. Суми температур ще підвищаться на 150–180 °С, сума опадів зменшуватиметься. Це в свою чергу ще буде підвищувати сумарне випаровування, вологопотребу рослин і дефіцит випаровування. Отже, за незмінної норми зрошення вологозабезпеченість рослин ще зменшуватиметься. Підвищенню продуктивності культур сприятиме збільшення зрошувальних норм. Розрахунки продуктивності культур при зрошувальних нормах до 4000 м³/га показали, що продуктивність баклажана і солодкого перцю зростатиме. Тому зрошувальні норми необхідно корегувати згідно з вимогами культур до умов волого забезпечення.

Ключові слова: баклажан, солодкий перець, теплозабезпеченість, вологозабезпеченість, дефіцит вологи, норми зрошення, зміна клімату.

Вступ

Перець і баклажан — рослини тропічних широт, тобто рослини короткого дня, які вимагають високої інтенсивності освітлення до того ж дуже теплолюбні та вологолюбні. Вони потрапили із Америки на тихоокеанські острови, в Африку, Азію і набули значного поширення в Японії, Кореї, Китаї, Індії. В Україну культури поширились із Азії наприкінці XVI століття. Посіви баклажана і солодкого перцю зустрічаються по всій території України, але виробничі площі зосереджені переважно в Степовій зоні України та на невеликих площах в південних районах Лісостепової зони. Виробничі площі під баклажаном та солодким перцем зосереджені південніше лінії Чернівці - Знам'янка - Ізюм [1].

Харчове значення овочів визначається високим вмістом вуглеводів, органічних кислот, вітамінів, ароматичних і мінеральних речовин. У складі сухих речовин цих культур вміщується майже половина легко засвоюваного цукру (фруктоза, глюкоза). Крім того, плоди вміщують клітковину, пектини, геміцелюлоз, азотисті речовини, органічні кислоти, вітаміни та мінеральні солі. В плодах солодкого перцю виключно велику цінність представляє високий вміст вітамінів. За вмістом вітаміну С перець перевищує всі овочі [2].

Зростання попиту на плоди баклажана та солодкого перцю вимушує овочівників шукати шляхи підвищення врожаїв плодів та їх якості. Всі дослідження баклажана і солодкого перцю можна розділити на декілька тематичних груп, серед яких найбільш чисельною буде група праць, які присвячені способам підвищення споживних якостей плодів, збільшенню товщини стінок плодів,

зменшення ризиків пошкодження хворобами та шкідниками, забезпечення ефективних методів збереження овочів, методам вирощування овочів у закритому та відкритому ґрунті [1–3]. Велика увага приділяється засобам вирощування розсади, строкам її висадки у ґрунт, визначенню оптимальних засобів висаджування розсади у полі, формування площі живлення кожної рослини, визначення оптимальної густоти посівів. За звичай розсаду цих вимогливих культур розміщують на родючих легкосуглинкових і супіщаних ґрунтах з високим вмістом органічної речовини [4, 5]. Рослини баклажанів та солодкого перцю дуже трудомісткі і вибагливі до умов забезпечення світлом, теплом та вологою. Тому багато досліджень присвячено визначенню оптимальних умов освітлення, оптимальних температурних меж та оптимальної вологозабезпеченості [6–8]. Крім того висвітлюються питання впливу умов навколишнього середовища на ріст, розвиток формування врожаїв [9, 10]. Встановлено, що оптимальна температура для розвитку баклажана і солодкого перцю коливається в межах 25–28 °С. Цвітіння, запліднення, формування плодів та їх дозрівання при середній температурі 17 °С відбувається дуже повільно. Встановлено, що впродовж вегетаційного періоду баклажана і солодкого перцю існує критичний період по відношенню до температури повітря, він триває від початку утворення репродуктивних органів і продовжується до масового цвітіння, що в середньому становить 40 днів [10]. За недостатньої вологозабезпеченості в будь який період розвитку обидві культури жовтіють і гинуть. Оптимальною вологістю ґрунту для баклажана і солодкого перцю є вологість – 75...80 % найменшої волого місткості (НВ) [11, 12].

В степовій зоні України вологолюбні культури вирощуються із застосуванням зрошення. Режим зрошення культур та засоби, строки і норми живлення характеризуються в працях [13–15].

Кінець минулого і вже два десятиріччя поточного століття спостерігається потепління клімату. Як відзначають кліматологи потепління в останні роки стало інтенсивнішим [16, 17]. Останні п'ять років були дуже жаркими, що свідчить про прискорення кліматичних змін. Основною причиною змін клімату вважається парниковий ефект, який на жаль не зменшується а підсилюється [18]. Наслідками кліматичних змін стали зміни частоти та інтенсивності кліматичних аномалій таких як сильні зливи та шквали, що зумовлюються чергуванням азійської перегрітої повітряної маси з атлантичною вологою масою, яка дуже насичена вологою і спричиняє сильні зливи. Такі явища зумовлюють значну зміну агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності сільськогосподарських культур. Зміни агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур, які вже відбулися і будуть продовжуватись в майбутньому суттєво впливатимуть на всі галузі економіки України. Враховуючи інерційний характер сільського господарства та залежність його ефективності від погодних умов, уже зараз необхідне прийняття своєчасних та адекватних рішень щодо складних проблем, зумовлених змінами клімату [20, 21, 23].

Мета дослідження полягає в оцінці продуктивності баклажана і солодкого перцю в умовах потепління клімату в Степовій зоні України і можливих її змін на період до 2050 року.

Матеріали і методи досліджень

Для дослідження використовувались середні багаторічні матеріали спостережень за продуктивністю баклажана і солодкого перцю середньостиглих сортів та метеорологічними елементами по областях Степової зони України за період з 1996 по 2018 рр. та розрахунках зміни кліматичних складових на період до 2050 року.

Для обробки матеріалів спостережень використовувались стандартні статистичні програми. Для розрахунків кліматичних складових на період до 2050 року використовувався сценарій зміни клімату RCP8.5 [19, 20].

Оцінки можливих величин агроекологічних врожаїв сільськогосподарських культур виконувались за розрахунками за математичною моделлю А. М. Польового [21, 22], основу якої становить положення Х. Г. Тоомінга про еталонні врожаї [23]. За співвідношенням величин агроекологічних врожаїв розраховувались такі агрокліматичні оцінки: ступінь сприятливості метеорологічних умов вирощування культури; ступінь сприятливості ґрунтових умов; ступінь ефективності використання агрокліматичних ресурсів; ступінь реалізації агроекологічного потенціалу території.

Результати дослідження та їх обговорення

Баклажан та солодкий перець відзначаються підвищеними вимогами до умов освітлення, тепло і волого забезпечення [1, 3, 7]. У Степовій зоні України вирощується тільки на зрошуваних полях.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Дослідження виконувались для середньостиглих і пізньостиглих сортів культур. Найвищі середні урожаї культур спостерігаються в Одеській, Миколаївській, Херсонській, Запорізькій, Донецькій областях. На родючих землях заплав річок урожаї на окремих полях досягають до 600 ц/га. Змінюються урожаї як по території, так і в часі. Аналіз тенденції зміни урожаїв баклажана і солодкого перцю шляхом порівняння ліній трендів показав, що за досліджуваний період тренд урожайності зростає. В різних районах приріст врожаїв за тримом нерівномірний. Найбільшим він виявився в Одеській, Херсонській та Миколаївській областях (42–65 %).

Урожайність сільськогосподарських культур залежить від комплексу факторів та їх співвідношення [5, 11, 31]. Середні значення співвідношення факторів продуктивності баклажана і солодкого перцю по між фазних періодах розвитку представлені в (табл. 1). За співвідношенням факторів можна відзначити, що найвищі вимоги до освітлення та волого забезпечення спостерігаються в період від цвітіння до технічної стиглості; до тепла – в період від бутонізації до зав'язування плодів [8, 9]. Для виявлення впливу факторів навколишнього середовища на формування врожаїв овочів були розраховані статистичні залежності врожаїв баклажана і солодкого перцю від різних показників метеорологічних величин за різні відрізки вегетаційного періоду: кількості годин сонячного сяйва, суми температур вище 15 °С за критичний період, сум температур за період плодоношення, сум температур та сумарного випаровування за вегетаційний період. Статистичні рівняння і коефіцієнти кореляції представлені в (табл. 2).

1. Середні кількісні значення основних факторів продуктивності баклажана і солодкого перцю в Степовій зоні України

Фактори продуктивності	Аналітичний вираз	Між фазні періоди розвитку			
		висаджування розсади – цвітіння	цвітіння – зав'язування плодів	зав'язування плодів – технічна стиглість	висаджування розсади – технічна стиглість
Коефіцієнт тепло-забезпечення	$\Sigma t_{\text{ф}} / \Sigma t_{\text{ср}}$	1,03	0,89	2,1	1,04
Коефіцієнт волого-забезпечення	E/E_0	0,83	0,70	1,52	0,75
Індекс використання тепла	$\Sigma t / Y_c$	21,2	51,3	21,7	35,9
Індекс використання вологи (на 1°C)	$\Sigma P / \Sigma t$	2,3	3,2	4,1	2,3
Коефіцієнт водоспоживання	$\Sigma P / Y$	148	182	128	125
Коефіцієнт енергозабезпечення	$\Sigma Q / \Sigma Q_{\text{ср}}$	1,13	0,83	1,86	0,97

Примітки: Σt – сума активних температур, °С; E – сумарне водоспоживання культур, мм; E_0 – випаровуваність, мм; Y – урожай, ц/га; ΣP – сума опадів плюс поливи, мм; ΣQ – сумарна сонячна радіація, Дж/(м² · год); ΣQ_c – сума ФАР, Дж/(м² · год).

Майже всі залежності характеризуються високим значенням коефіцієнтів кореляції, що дає можливість стверджувати що баклажан і солодкий перець впродовж всього вегетаційного періоду вимогливі до умов світло, тепло та волого забезпечення, а особливо в період утворення репродуктивних органів [7, 14].

Баклажан і солодкий перець в посушливій Степовій зоні України вирощуються тільки на зрошуваних полях. Норми зрошення за досліджуваний період в залежності від кількості опадів і волого потреби рослин коливались від 3000 до 3600 м³/га. Кількість поливів за вегетаційний період коливалась від 5 до 9. За даними [15, 24, 26] рослини краще відгукуються на більшу кількість поливів але меншими нормами ніж на більші норми, але рідші поливи. Це пояснюється тим, що коріння рослин баклажана і солодкого перцю в основному розташовується у верхньому шарі ґрунту (до 40–60 см). В залежності від погодних умов для культур краще поливати їх нормами для промочування шару ґрунту, в якому розповсюджується коріння, а поливи великими нормами зумовлюють

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

збільшення витрат зрошуваної води на непродуктивний стік та промочування шару ґрунту на глибину до 1 м, де коріння баклажана і солодкого перцю практично відсутнє [13, 15]. Порівняння величин врожаїв з однаковими нормами зрошення за період вегетації але з різною кількістю поливів з різними нормами одного поливу підтвердили, що краще поливати частіш з меншими нормами одного поливу, ніж рідше з більшими нормами поливу. Так урожай баклажана за загальної норми зрошення 3600 м³/га і дев'яти поливах становив 360 ц/га, а при п'яти поливах 159 ц/га.

2. Рівняння статистичних залежностей врожаїв баклажана і солодкого перцю від різних показників

Показники і період розвитку	Рівняння зв'язку	Коефіцієнт кореляції	Кількість випадків
Баклажан			
Сума температур за критичний період, °C ($\Sigma T_{кр}$)	$Y = 1,28 \Sigma T_{кр} - 0,77$	0,77	87
Сума температур за період плодоношення, °C ($\Sigma T_{пп}$)	$Y = 0,74 \Sigma T_{пп} - 119,8$	0,76	87
Кількість годин сонячного сйва (п)	$Y = 2,36 п - 58,2$	0,65	42
Сумарне випаровування за вегетаційний період, мм (Еф)	$Y = 0,57 Eф + 461,3$	0,66	84
Солодкий перець			
Сума температур за критичний період, °C ($\Sigma T_{кр}$)	$Y = 1,83 \Sigma T_{кр} + 191$	0,68	92
Сума температур за період плодоношення, °C ($\Sigma T_{пп}$)	$Y = 0,56 \Sigma T_{пп} + 93,71$	0,67	88
Сума температур за період вегетації, °C ($\Sigma T_{вп}$)	$Y = 1,86 \Sigma T_{вп} - 589,2$	0,85	96
Сумарне випаровування за вегетаційний період, мм (Еф)	$Y = 2,78 Eф - 1281$	0,85	79

Окрім досліджень продуктивності баклажана і солодкого перцю в умовах потепління за період 1995–2018 рр. виконувались розрахунки впливу подальших змін клімату на формування врожаїв на період до 2050 рр. Аналіз тенденцій зміни клімату виконувався шляхом порівняння даних, розрахованих за кліматичним сценарієм RCP8.5 і середніх даних за період 1995–2018 рр. Порівняння показників за період з 1995 по 2018 рр. рівний з показниками, розрахованими за сценарієм показало, що дати переходу температури повітря через 15 °C навесні (висаджування розсади) і через 10 °C восени (припинення вегетації) співпадають і обидва періоди [18, 19, 24]. При цьому співпадають і тривалість вегетаційного періоду в цілому. При цьому зростає сума активних температур в розрахунковий період на 140 °C, зменшуватиметься сума опадів (становитиме 90 % від середньої за перший період) підвищуватиметься випаровуваність та сумарне випаровування відповідно на 55 та 52 мм, що призведе до зменшення забезпеченості рослин вологою.

Досліджувався також вплив очікуваних умов навколишнього середовища на продуктивність баклажана і солодкого перцю. Як відзначається в дослідженнях Х. Г. Тоомінга забезпечення рослин світлом, вологою, теплом та мінеральним живленням сприяє формуванню чотирьох рівнів екологічних врожаїв: потенційних, метеорологічної можливих, дійсно можливих та урожаїв у виробництві [23]. Для прикладу розрахунки щодо формування продуктивності солодкого перцю за зміни клімату наведені для Миколаївської області (табл. 3).

Надходження фотосинтетично активної радіації (ФАР) забезпечує приріст потенційного врожаю (ПВ). Найбільші прирости сухої маси ПВ солодкого перцю будуть спостерігатися з третьої по восьму декади і коливатимуться в межах 295–425 г/м².

**3. Радіаційно-температурні показники формування приростів різних категорій врожайів
солодкого перцю в Миколаївській області**

Декади вегетації	ФАР, кал/м ² хв.	Температура повітря, °С			Урожай сухої маси, г/м ²			
		Т _{ср}	ТОР1	ТОР2	ПВ	ММВ	ДМВ	УВ
1	0,275	17,7	18,0	24,8	295	142,5	94,7	60
2	0,281	18,8	18,9	25,8	300	196,5	129,6	74,5
3	0,293	19,7	19,6	26,7	305	212	141	80
4	0,298	20,3	20,7	27,8	374	223	147	83,5
5	0,305	20,6	21,6	28,9	305	250	166	93
6	0,315	22,0	21,6	28,8	393	257	170,2	95,3
7	0,320	22,1	21,7	28,8	395	278	183	103
8	0,345	22,6	21,3	28,1	425	235	155	90
9	0,325	21,6	20,4	27,8	350	224	143	80
10	0,325	20,7	19,8	26,9	310	201	133	76
11	0,325	19,3	18,1	25,8	275	152	106	59
12	0,285	17,3	17,3	25,1	225	102	75	44
13	0,275	14,9	17,0	24,8	250	56,6	43,8	37
14	0,269	14,0	16,9	24,5	225	44,6	35,4	29
15	0,246	12,9	16,0	23,3	201	40,4	29,4	26

Середня за декаду температура повітря окрім з другої до дванадцятої декади вегетації не виходить за межі температурного оптимуму фотосинтезу. І тільки в останні чотири декади вегетації середня температура повітря має значення нижчі нижньої межі температурного оптимуму фотосинтезу.

На рис. 1 представлена динаміка показників водного режиму, яка очікуватиметься за сценарієм зміни клімату RCP8.5 на період до 2050 року. Значення випаровуваності (E_o) і сумарного випаровування (E_f) найвищі в момент накопичення максимальної маси рослин, що співпадає з початком періоду утворення репродуктивних органів до масового плодоношення – з четвертої до дев'ятої декади вегетаційного періоду. Після першого збору плодів значення цих величин кількісно зменшуються.

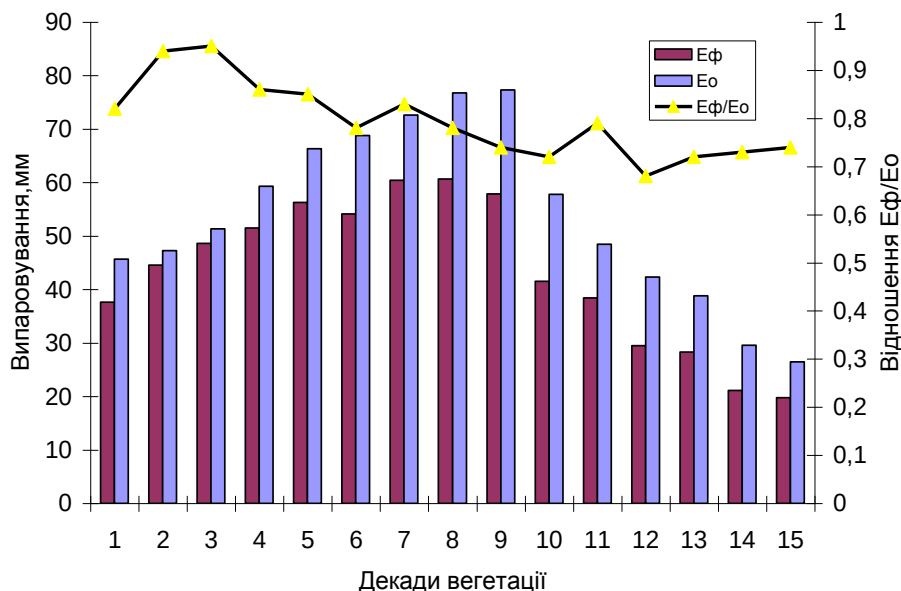


Рис. 1. Декадний хід водного режиму поля солодкого перцю в Миколаївській області:
 E_o – випаровуваність, E_f – сумарне випаровування; E_f/E_o – відношення E_f/E_o

Крива відношення E_f/E_o впродовж вегетаційного періоду буде коливатись від 0,68 до 0,93 відн. од. Починаючи з шостої декади вегетаційного періоду вологозабезпеченість рослин погіршується і

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

коливається до кінця вегетації в межах від 0,65 до 0,74 відн. од. Що за даними [10, 15] недостатньо як для солодкого перцю так і для баклажана, для яких оптимальною є вологозабезпеченість на рівні 0,80–0,85 відн. од.

Для виявлення впливу норм зрошення на продуктивність солодкого перцю на період до 2050 року за моделлю була розрахована таблиця можливої продуктивності за норми зрошення 4000 м³/га (табл. 4). Порівняння даних табл. 3 та 4 свідчить про значне підвищення продуктивності рослин при потеплінні за збільшення норми зрошення.

4. Продуктивність солодкого перцю за норми зрошення за вегетаційний період 4000м³/га

Декади вегетації	Урожаї сухої маси (г/м ²)			
	ПУ	ММУ	ДВУ	УВ
1	436,7	350,5	224,1	96,1
2	496,4	471,3	301,8	129,3
3	555,9	548,5	351,0	150,4
4	546,4	546,2	349,6	149,8
5	549,1	549,1	351,5	150,5
6	549,4	549,4	351,3	150,6
7	593,8	593,8	380,0	162,8
8	588,3	588,3	376,5	161,3
9	636,6	636,6	407,2	174,4
10	535,9	524,8	335,9	143,9
11	517,9	493,3	315,5	135,2
12	542,8	492,1	314,9	134,9
13	386,9	338,8	216,2	92,9
14	353,3	302,6	193,7	83,0

Розроблена комплексна таблиця узагальнених характеристик за обидва періоди: 1995–2018 рр. і 2021–2050 рр. (табл. 5). Як видно із табл. 7 на період до 2050 року очікуватиметься підвищення тепло забезпечення овочевих, але зменшення суми опадів в літній період до 80 % від норми що спричинить погіршення волого забезпечення за норми зрошення 3600 м³/га, а це впливатиме на формування продуктивності рослин.

5. Порівняння середніх багаторічних узагальнених характеристики агрокліматичних умов вирощування солодкого перцю з розрахованими при зміні клімату за сценарієм RCP8.5

№ з/п	Загальні показники за період вегетації	Значення характеристик	
		середні за період 1995–2018 рр.	при зміні клімату до 2050 р.
1	Сума активних температур, °С	3014	3244
2	Сума ФАР, (ккал/см ² за вегетаційний період)	39,4	46,7
3	Тривалість вегетаційного періоду (доба)	142	183
4	Сума опадів, + поливи, мм	637	543
5	Потреба рослин у воді, мм	701	756
7	Сумарне випаровування, мм	581	636
8	Дефіцит вологи за вегетаційний період, мм	120	120
9	ПВ плодів, ц/га	508	532
10	ММВ плодів, ц/га	448	489
11	ДМВ плодів, ц/га	416	432
12	УВ плодів, ц/га	282	292
13	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов (K_m), відн.од.	0,891	0,922
14	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів (K_e),	0,353	0,356
15	Оцінка господарського використання ґрунтових та метеорологічних умов ($K_{агро}$)	0,562	0,562

Такі ж розрахунки виконані і для баклажана, що дозволило встановити, що за сценарієм рівні екологічних урожаїв плодів баклажанів очікуватимуться: ПУ – 508 ц/га, ММВ – 449 ц/га, ДМВ – 416 ц/га, УВ – 182 ц/га. Середній урожай плодів баклажанів становитиме 550 ц/га.

Висновки

1. Дослідження показали, що за період з 1995 по 2018 рр. температура повітря підвищилась в Степовій зоні України на 1,2–1,3 °С. Це сприяло підвищенню сум температур за вегетаційний період баклажана і солодкого перцю і підвищенню їх тепло забезпеченості. Підвищення теплозабезпеченості дозволить поширити вирощування пізньостиглих більш високоврожайних сортів баклажана і солодкого перцю. Крім того, воно сприятиме просуванню північної межі вирощування теплолюбних культур до центральних районів Лісостепової зони України.

2. Підвищення температури спричинило підвищення витрат води на сумарне випаровування. Дотримання зрошувальної норми 3600 м³/га і зменшення кількості опадів влітку спричинило погіршення вологозабезпеченості посівів, що призвело до зменшення урожаїв плодів.

3. Розрахунки на період до 2050 року за сценарієм зміни клімату свідчать, що потепління клімату буде продовжуватись. Суми температур ще підвищаться на 150–180 °С. Що в свою чергу збільшить сумарне випаровування, волого потребу рослин і дефіцит випаровування. Це призведе до необхідності підвищення зрошувальних норм. Розрахунки продуктивності культур при зрошувальних нормах до 4000 м³/га показали, що зрошувальні норми необхідно корегувати згідно зі станом природного середовища.

Такі дослідження дадуть змогу працівникам сільськогосподарської галузі підвищувати врожайність рослин, розширювати асортимент шляхом поширення виробничих площ у північні райони країни, вирощувати овочі різного ступеню стиглості, поліпшувати якість плодів, ефективно використовувати поливні і заплавні землі, удосконалювати методи, техніку і норми поливів, створювати спеціалізовані зони для вирощування овочів, тощо.

References

1. Filov, A. I. (1956). *Percy i baklazhany*. Moskva: Rosselhozizdat [In Russian].
2. Grekova, N. V., Lazaryeva, O. M., Lyubovich, O. A., Onoprienko, D. M., & Shemavnov, V. I. (2010). *Ovovichnictvo vidkritogo gruntu*. Navchalnij posibnik. Lviv: Vidavnictvo «Magnoliya» [In Ukrainian].
3. Tarakanov, G. I., Muhin, V. D., & Shuin, K. A. (2003). *Ovoshevodstvo*. Moskva: Kolos [In Russian].
4. Zemskova, Yu. K., Lyalina, E. V., Baradacheva, V. M., Ruzhejnikova, N. M., & Suminova, N. B. (2008). *Puti povysheniya produktivnosti ovoshnykh kultur (tomat, dajkon, loba, redis i pryano-vkusovye kulturey)*. Rekomendacii proizvodstvu. Saratov: FGOU VPO «Saratovskij GAU im. N. I. Vavilova» [In Russian].
5. Litvinov, S. S. (2012). *Nauchnye osnovy sovremennogo ovoshevodstva*. Moskva: Rosselhozakademiya [In Russian].
6. Zemskova, Yu. K., Baskova, N. A., Bepalova, I. S., Flyazhenkov, A. V., & Savchenko, A. V. (2011). *Ovoshevodstvo: Metodicheskoe posobi*. Saratov: KUBiK» [In Russian].
7. Zaginajlo, N. N. (1972). Percy. In: Ershova, A. A., & Zhuchenko, A. A. (Red.). *Ovoshevodstvo Moldavii* (s. 269–288). Kishinev: «Kartya Moldovenyaskie» [In Russian].
8. Mamedov, M. I. (2015). Ovoshevodstvo v mire: proizvodstvo osnovnykh ovoshnykh kultur, tendencii razvitiya za 1993–2013 gody po dannym FAO. *Ovoshi Rossii*, 2 (27), 3–9. [In Russian].
9. Bozhko, L. E. (2006). Agrometeorologicheskie usloviya i produktivnost ovoshnykh kultur v Ukraine. *Ukrayinskij Gidrometeorologichnij Zhurnal*, 1, 119–127. [In Russian].
10. Bozhko, L. Yu. (2007). Vpliv agrometeorologichnih umov na fotosintetichnu produktivnist ovochevih kultur. *Visnik Odeskogo derzhavnogo ekologichnogo universitetu*, 4, 10–21. [In Ukrainian].
11. Bozhko, L. Yu. (2010). *Klimat i produktivnist ovochevih kultur v Ukrayini*. Odesa: «Ekologiya» [In Ukrainian].
12. Dmitrenko, V. P. (2010). *Pogoda, klimat i urozhaj polovih kultur*. Kiyiv: «Nika-Centr» [In Ukrainian].
13. Kruzhilin, A. S. (1975). Vyrashivanie ovoshnykh kultur i kartofelya pri oroshenii. Moskva: Rosselhozizdat [In Ukrainian].
14. Tkalova, E. I. (1972). Udobrenie ovoshnykh kultur. In: Ershova, A. A., & Zhuchenko, A. A. (Red.). *Ovoshevodstvo Moldavii* (s. 48–78). Kishinev: «Kartya Moldovenyaskie» [In Russian].

- 15 Panenko, I. D. (1972). Vliyanie orosheniya na urozhaj ovoshnyh kultur. In: Ershova, A. A., & Zhuchenko, A. A. (Red.). *Ovoshevodstvo Moldavii* (s. 81–123). Kishinev: «Kartya Moldovenyaskе» [In Russian].
- 16 Stepanenko, S. M., & Polovij, A. M. (2018). *Klimatichni riziki funkcionuvannya galuzej ekonomiki Ukrayini v umovah zmin klimatu*. Odesa: TES [In Ukrainian].
17. Grebenyuk, N., Korzh, T., & Yacenko, A. (2002). Nove pro zminu globalnogo ta regionalnogo klimatu v Ukrayini na pochatku XXI st. *Vodne Gospodarstvo Ukrayini*, 5-6, 56–62. [In Ukrainian].
18. Kotlyakov, V. M. (2000). Globalnye i regionalnye izmeneniya klimata i ih prirodnye i socialno-ekonomicheskie posledstviya. Moskva: «Geos» [In Russian].
19. Krakovska, S. V., Palamarchuk, L. V., Shedemenko, I. P., Dyukel, G. O., & Gnatyuk, N. V. (2011). Modeli zagalnoyi cirkulyaciyi atmosferi ta okeaniv u prognozuvanni zmin regionalnogo klimatu Ukrayini v XXI st. *Geofizicheskij Zhurnal*, 6 (33), 68–81. [In Ukrainian].
20. Semenova, S. M. (2012). *Metody ocenki posledstvij izmeneniya klimata dlya fizicheskikh i biologicheskikh sistem*. Moskva [In Russian].
21. Polovij, A. M. (2009). Modelyuvannya vplivu pidvishennya koncentraciyi SO₂ v atmosferi na fotosintez zelenogo listka. *Ukrayinskij Gidrometeorologichnij Zhurnal*, 4, 46–56. [In Ukrainian].
22. Polevoj, A. N. (2004). Bazovaya model ocenki agroklimaticheskikh resursov formirovaniya produktivnosti selskohozyajstvennyh kultur. *Meteorologiya, Klimatologiya i Gidrologiya*, 48, 195–205. [In Ukrainian].
23. Toooming, H. G. (1984). *Ekologicheskie principy maksimalnoj produktivnosti posevov*. Leningrad: Gidrometeoizdat [In Russian].
24. Han, H., Li, Z., Ning, T., Zhang, X., Shan, Y., & Bai, M. (2008). Radiation use efficiency and yield of winter wheat under deficit irrigation in North China. *Plant, Soil and Environment*, 54 (7), 313–319.
25. Jiang, K., & Asami, T. (2018). Chemical regulators of plant hormones and their applications in basic research and agriculture. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 82 (8), 1265–1300. doi: 10.1080/09168451.2018.1462693
26. Nakicenovic, N., & Swart, R. (2000) *Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
27. Dockter, C., & Hansson, M. (2015). Improving barley culm robustness for secured crop yield in a changing climate. *Journal of Experimental Botany*, 66 (12), 3499–3509. doi: 10.1093/jxb/eru521
28. Heřmanská, A., Středa, T., & Chloupek, O. (2015). Improved wheat grain yield by a new method of root selection. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (1), 195–202. doi: 10.1007/s13593-014-0227-4
29. Nishida, H., Ishihara, D., Ishii, M., Kaneko, T., Kawahigashi, H., Akashi, Y., Saisho, D., Tanaka, K., Handa, H., Takeda, K., & Kato, K. (2013). Phytochrome C is a key factor controlling long-day flowering in barley. *Plant physiology*, 163 (2), 804–814. doi: 10.1104/pp.113.22257030
30. Roeckner, E., Arpe, K., Bengtsson, L., Christoph, M., Claussen, M., Dümenil, L., Esch, M., Giorgetta, M.A., Schlese, U., & Schulzweida, U. (1996). The atmospheric general circulation model ECHAM-4: Model description and simulation of present-day climate. *Max-Planck-Institute für Meteorologie*, Report. № 218.
31. Polevoy, A. N., Bozko, L. Y., & Kuzmova, K. K. (2016) Thermal resources of ukraine in the conditions of climate change. *Agricultural Sciences*, YI (17), 86–94.

Стаття надійшла до редакції: 17.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А., Костюкевич Т. К. Вплив потепління клімату на продуктивність баклажана і солодкого перцю в Степовій зоні України. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 29–37.

*© Польовий Анатолій Миколайович, Божко Людмила Юхимівна,
Барсукова Олена Анатоліївна, Костюкевич Тетяна Костянтинівна, 2022*



Agriculture.
Plant growing

**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)

<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>

original article | UDC 631.51: 631.432.2:633.16 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.04

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

V. V. Hanhur^{1*}

O. I. Len²

N. V. Hanhur¹

ORCID  [0000-0002-5619-492X](https://orcid.org/0000-0002-5619-492X)

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, 36014, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: volodimirgangur@gmail.com

How to Cite

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. doi: 10.31210/visnyk2022.01.04

The priority direction of modern agriculture is finding reserves to increase the yield of field crops with simultaneous improvement of soil fertility. Technological measures that can be used to achieve a real increase in soil fertility, as well as a fuller disclosure of the biological potential of crop productivity, include rational soil tillage, in particular minimal. The technology of minimal soil tillage for winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and spring barley (*Hordeum vulgare* L.) should be taking into account the biological characteristics of crops and bioclimatic potential of the region. The aim of the research was to find the influence of different basic tillage methods on the change of nutrient regime in the fields of winter wheat and spring barley in the conditions of the Left Bank Forest-Steppe. The results of the research showed that the main tillage systems led to changes in the content of easily hydrolyzed nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium in the soil of winter wheat and spring barley fields. It was found that carrying out the minimal soil tillage, Mini-till and No-till systems for winter wheat crops, contributed to increase in the easily hydrolyzed nitrogen content in the soil layer 0–20 cm by 1.6 % 3.0 % and 2.4 % respectively, compared to classical soil tillage. In addition, there was a reverse trend in the nitrogen content in the soil layer of 20–40 cm when using minimized tillage systems relative to the classical. In the experiment it was found that according to the content of mobile phosphorus in the soil, the most pronounced was difference between the classical tillage and No-till. Studies have shown that the non-shelf tillage of soil for winter wheat increased the content of exchangeable potassium in the soil layer 0–20 cm by 1.7–6.2 %, compared with classical tillage. In the soil layer of 20–40 cm, this indicator was relatively stable in the variants of tillage options. In the experiment with spring barley, similar trends were observed in the change of nitrogen, phosphorus and potassium content in the soil layer 0–20 and 20–40 cm, as well as the distribution of these elements in the soil profile depending on the main tillage systems.

Key words: winter wheat (*Triticum aestivum* L.), spring barley (*Hordeum vulgare* L.), tillage, Mini-till, No-till, easily hydrolyzed nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium.

ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ НА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ПІД ПШЕНИЦЕЮ ОЗИМОЮ ТА ЯЧМЕНЕМ ЯРИМ В ЗОНІ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. В. Гангур¹, О. І. Лень², М. В. Гангур¹

¹Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

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

Пріоритетним напрямком сучасного землеробства є пошук резервів збільшення врожайності польових культур за одночасного покращення родючості ґрунту. До технологічних заходів, за допомогою яких можна досягти реального підвищення родючості ґрунту, а також більш повного розкриття біологічного потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур, належить раціональний обробіток ґрунту, зокрема мінімальний. Технологія мінімального обробітку ґрунту під пшеницю озиму (*Triticum aestivum* L.) та ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) повинна враховувати біологічні особливості культур та біокліматичний потенціал регіону. Метою досліджень було з'ясувати вплив різних способів основного обробітку ґрунту на зміну поживного режиму у посівах пшениці озимої та ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу. За результатами досліджень встановлено, що за мінімального обробітку ґрунту під пшеницю озиму, а також системи Mini-till і No-till вміст в ґрунті азоту, що легко гідролізується в шарі ґрунту 0–20 см був вищим, порівняно з класичною, відповідно на 1,6, 3,0 і 2,4 %. Поряд з цим відзначено зворотну тенденцію щодо вмісту азоту в шарі ґрунту 20–40 см за мінімалізованих систем обробітку ґрунту відносно класичного. В досліді виявлено, що за вмістом у ґрунті рухомого фосфору, найбільш вираженою є різниця між класичним обробітком ґрунту та No-till. Дослідженнями встановлено, що безпліцевий обробіток ґрунту під пшеницю озиму сприяв збільшенню вмісту обмінного калію в шарі ґрунту 0–20 см на 1,7–6,2 %, порівняно із класичним обробітком. В шарі ґрунту 20–40 см цей показник був порівняно стабільним за варіантами обробітку ґрунту. В досліді із ячменем ярим спостерігали подібні тенденції щодо зміни вмісту азоту, фосфору і калію у шарі ґрунту 0–20 і 20–40 см, а також розподілу цих елементів по профілю ґрунту залежно від систем основного обробітку.

Ключові слова: пшениця озима (*Triticum aestivum* L.), ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.), обробіток ґрунту, Mini-till, No-till, легкогідролізований азот, рухомий фосфор, обмінний калій.

Вступ

Стратегічним завданням сучасного інтенсивного та енергонасиченого землеробства є збільшення врожайності культур і продуктивності сівозмін в цілому за одночасного покращення агрофізичних, агрохімічних властивостей ґрунту. Лише підвищення родючості та енергетичного потенціалу ґрунту може гарантувати ефективне та стабільне функціонування галузі рослинництва упродовж довготривалого періоду [2, 10].

Серед прийомів агротехніки, за допомогою яких можна цілеспрямовано впливати на покращення показників родючості ґрунту, а також на рівень реалізації продуктивного потенціалу сільськогосподарських культур, вагому роль відіграє раціональний обробіток ґрунту. За його допомогою здійснюється регулювання агрофізичних, біологічних та агрохімічних процесів, які проходять в ґрунтовому середовищі, інтенсивність мінералізації рослинних решток і акумулювання органічної речовини та вологи у кореневмісному шарі ґрунту, а також формування умов для більш ефективного використання польовими культурами внесених добрив. У теперішній час спостерігається тенденція до мінімалізації обробітку ґрунту, суть якої полягає у відмові від перевертання скиби та глибокого розпушування ґрунту, поєднанні ряду агротехнічних операцій у один технологічний процес. Але такі технології не повинні призводити до зниження продуктивності сільськогосподарських культур, деградації ґрунтів, погіршення їх родючості [4, 22].

В умовах сьогодення перехід до мінімалізованих технологій обробітку ґрунту зумовлений не лише потребою покращення стану навколишнього природного середовища, але й причинами економічного характеру, зокрема постійним зростанням цін на пально-мастильні матеріали, сільськогосподарську

техніку та запчастини до неї. Поряд з цим, ряд дослідників вважають, що безполіцевий обробіток ґрунту, який притаманний для таких технологій, зумовлює зниження продуктивності окремих сільськогосподарських культур як внаслідок зростання чисельності бур'янів у посівах, так і погіршення фізико-механічних і технологічних показників ґрунту, тимчасового зниження його біологічної активності. Однак такий висновок поділяють не всі науковці, які проводять дослідження в цьому напрямку [1, 3, 13].

Мінімалізовані технології обробітку ґрунту під пшеницю озиму (*Triticum aestivum* L.) та ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) мають свої особливості, які зумовлені біологією культур, строками підготовки ґрунту, місцем у сівозміні [5, 6].

За результатами досліджень, які виконано в умовах Харківського НАУ ім. В. В. Докучаєва впродовж 2016–2018 рр., виявлено, що найвищу зернову продуктивність ячменю ярого (3,04 т/га), одержано за проведення сівби сівалкою Great Plains CPN-1500, яка обладнана дисковою сошниковою системою. Приріст врожаю, порівняно з контролем (основний обробіток ґрунту здійснювали культиватором-плоскорізом КПЕ-3,8; передпосівну культивування – культиватором КПС-4, а сівбу – зерною сівалкою СЗ-3,6) становив 20,1 %. За використання сівалки «John Deere 730» урожайність ячменю ярого перевищувала контрольний варіант лише на 2 % [17, 18].

Експериментальні дані одержані в ДУ Інститут зернових культур НААН впродовж 2010–2015 рр., свідчать, що за впливом на рівень урожайності ячменю, розпушування ґрунту за системою мілкого мульчувального обробітку, поступалося диференційованій залежно від варіанту мінерального живлення на 0,22–0,36 т/га, а поліцевій оранці – на 0,25–0,55 т/га [21].

В інших дослідженнях виявлено, що безполіцевий основний обробіток ґрунту сприяв створенню найкращих умов для росту, розвитку рослин пшениці озимої та формування структурних елементів врожаю. За цього способу обробітку ґрунту врожайність зерна культури дорівнювала 4,54 т/га, або була вищою на 16,4 %, порівняно із поліцевим обробітком ґрунту на глибину 22–24 см. Найнижчі значення врожайності одержано на фоні мілкого обробітку ґрунту на глибину 8–10 см [12, 19].

П. П. Колмаков і А. М. Нестеренко на підставі власних досліджень зробили висновок, що за мілкого поверхневого обробітку ґрунту кращі умови для росту зернових культур і збільшення їх врожайності формуються лише на відносно чистих від бур'янів полях. У разі зростання забур'яненості полів виникає потреба у більш інтенсивному хімічному захисті посівів або поверненні до глибокої плужної оранки. У зв'язку з цим поверхневий обробіток повинен займати окреме місце в тій чи іншій системі обробітку ґрунту, де його застосування не буде призводити до збільшення чисельності бур'янів у посівах та зумовлювати зниження продуктивності культур [11].

Аналіз літературних джерел свідчить про різні погляди науковців щодо найбільшої ефективності того чи іншого способу обробітку ґрунту під пшеницю озиму та ячмінь ярий. У зв'язку з цим актуальним є вивчення ефективності способів основного обробітку під ці культури, зокрема і систем Mi-till, No-till в Лівобережному Лісостепу на фоні стійких тенденцій до посилення посушливості клімату.

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних способів основного обробітку ґрунту на зміну поживного режиму у посівах пшениці озимої та ячменю ярого.

Завдання дослідження: вивчити вплив способів обробітку ґрунту на трансформацію елементів мінерального живлення під посівами ячменю ярого; визначити зміни вмісту поживних речовин у посівах пшениці озимої залежно від способів обробітку ґрунту.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на дослідному полі Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова (с. Степне) впродовж 2016–2020 рр., в тривалому стаціонарному досліді, який ведеться з 2008 р. Ґрунт ділянки, де проводили дослідження чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, із вмістом гумусу в шарі 0–20 см 4,1 %; азоту, що легко гідролізується – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюріним та Коновою); Р₂O₅ в оцтовокислій витяжці – 12,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою), реакція ґрунтового розчину слабкокисла (рН сольової витяжки – 6,2). Повна схема польового дослідів приведена в таблиці 1.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Схема дослідів із вивчення різних систем основного обробітку ґрунту

№ з/п	Варіанти систем обробітку ґрунту	Культура	
		пшениця озима	ячмінь ярий
1.	Класичний обробіток ґрунту	поверхневий обробіток на глибину 8–10 см	оранка на глибину 20–22 см
2.	Мілкий обробіток ґрунту	мілкий обробіток на глибину 10–12 см	мілкий обробіток на глибину 10–12 см
3.	Mini-till	лушення стерні на глибину 6–8 см + пряма сівба	лушення стерні на глибину 6–8 см + пряма сівба
4.	No-till	пряма сівба	пряма сівба

Посівна площа ділянки 972 м², облікова – 200 м². Повторність дослідів – чотириразова. Розміщення варіантів і повторень – систематичне. Попередником пшениці озимої була соя, а ячменю ярого – кукурудза на зерно. Пшеницю озиму та ячмінь ярий вирощували на фоні внесення мінеральних добрив в дозі N₄₈P₄₈K₄₈. Сівбу культур на всіх варіантах обробітку ґрунту здійснювали сівалкою для прямої сівби Great Plains ADC 2220.

Обліки та спостереження проводили за загальноприйнятими методиками ведення польових дослідів [9].

Вміст азоту, що легко гідролізується, в ґрунті визначали за Корнфілдом відповідно до ДСТУ 7863:2015 [8]; вміст рухомих сполук фосфору і обмінного калію в ґрунті за модифікованим методом Чирікова згідно ДСТУ 4115 – 2002 [7].

Результати досліджень та їх обговорення

Поживний режим ґрунту разом із вологозабезпеченням є найбільш важливими чинниками, що формують сприятливі умови для нормального росту і розвитку рослин. Вони безпосередньо впливають на активність і спрямованість біохімічних процесів у рослині. Джерелом елементів мінерального живлення для рослин є їх запаси у ґрунті та внесені із різними видами добрив. Уміст основних макроелементів у ґрунті, зокрема азоту, фосфору і калію, їх доступність для кореневої системи рослин, істотно змінюється залежно від культури землеробства.

Результатами наших досліджень виявлено, що вміст азоту, що легко гідролізується, рухомого фосфору і обмінного калію під пшеницею озимою, змінювався залежно від системи основного обробітку ґрунту (табл. 2).

2. Агрохімічні показники ґрунту під пшеницею озимою залежно від технології обробітку ґрунту, середнє за 2016–2020 рр.

№ вар.	Варіанти основного обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см	Вміст азоту, що легко гідролізується, мг/кг ґрунту	Вміст рухомого фосфору, мг/кг ґрунту	Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту
1.	Класичний	0-20	164,2	112,0	169,3
		20-40	158,3	89,8	141,2
2.	Мінімальний	0-20	166,8	113,1	172,1
		20-40	155,6	83,1	139,1
3.	Mini-till	0-20	169,1	110,6	174,2
		20-40	152,8	81,4	140,1
4.	No-till	0-20	168,2	107,8	179,8
		20-40	150,8	80,8	139,2

Експериментальні дані засвідчують, що за мінімального обробітку ґрунту, а також системи Mini-till і No-till вміст в ґрунті азоту, що легко гідролізується в шарі ґрунту 0–20 см був вищим, порівняно з класичною, відповідно на 2,6 мг/кг ґрунту або 1,6 %, 4,9 мг/кг ґрунту або 3,0 % і 4,0 мг/кг ґрунту або 2,4 %. Поряд з цим слід відзначити зворотну тенденцію щодо вмісту азоту в шарі ґрунту 20–40 см за мінімалізованих систем обробітку ґрунту відносно класичного. Зменшення вмісту азоту, що легко гідролізується у вище зазначеному шарі ґрунту становило, відповідно

2,7 мг/кг ґрунту або 1,7 %, 5,5 мг/кг ґрунту або 3,5 % і 7,5 мг/кг ґрунту або 4,7 %. Таким чином результати польового дослідження свідчать, що мінімальний безпліцевий обробіток ґрунту зумовив локалізацію сполук азоту в верхньому шарі ґрунту та призвів до більш вираженої диференціації ґрунтового профілю за вмістом вище зазначеного елемента живлення.

Що стосується рухомих форм фосфору то результати досліджень свідчать, що тривале застосування мінімалізованих безпліцевих систем обробітку ґрунту призводило не лише до зменшення вмісту фосфору в орному шарі, але і до явної диференціації його за горизонтами. Слід відзначити, що найбільш очевидною є різниця, за вмістом у ґрунті рухомого фосфору, між варіантами із класичним обробітком ґрунту та No-till. Так, у шарі ґрунту 0–20 см різниця між цими варіантами становила 4,2 мг/кг ґрунту або 3,8 %, а в шарі ґрунту 20–40 см – 9,0 мг/кг ґрунту або 10,0 %.

Дослідженнями встановлено, що застосування різних систем безпліцевого обробітку ґрунту під пшеницю озиму сприяло збільшенню вмісту обмінного калію в шарі ґрунту 0–20 см, порівняно із класичним обробітком. Так, за технології мінімального обробітку ґрунту, а також системи Mini-till і No-till вміст калію в шарі ґрунту 0–20 см збільшився, відповідно на 2,8 мг/кг ґрунту або 1,7 %, 4,9 мг/кг ґрунту або 2,9 %, 10,5 мг/кг ґрунту або 6,2 %. Що стосується шару ґрунту 20–40 см, то в досліді не виявлено помітного впливу різних систем обробітку ґрунту на зміну вмісту обмінного калію. Різниця між класичним і варіантами обробітку без обертання скиби становила 0,8–1,5 %.

В досліді із ячменем ярим спостерігали подібні тенденції щодо зміни вмісту азоту, фосфору і калію у шарі ґрунту 0–20 і 20–40 см, а також розподілу цих елементів по профілю ґрунту залежно від систем основного обробітку (табл. 3). Слід відзначити, що найбільш вираженою за вмістом азоту, що легко гідролізується, рухомого фосфору і обмінного калію є різниця між класичним обробітком, який передбачав проведення пліцевої оранки на глибину 20–22 см і системою No-till.

3. Агрохімічні показники ґрунту під ячменем ярим залежно від технології обробітку ґрунту, середнє за 2016–2020 рр.

№ вар.	Варіанти основного обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см	Вміст азоту, що легко гідролізується, мг/кг ґрунту	Вміст рухомого фосфору, мг/кг ґрунту	Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту
1.	Класичний	0-20	161,0	111,6	170,3
		20-40	157,8	93,5	149,2
2.	Мінімальний	0-20	162,7	109,8	172,2
		20-40	152,0	86,5	145,8
3.	Mini-till	0-20	162,1	105,2	174,4
		20-40	149,1	84,8	144,2
4.	No-till	0-20	165,1	102,2	177,2
		20-40	147,0	84,1	144,9

Так, в шарі ґрунту 0–20 см, за системи No-till відбулося зростання вмісту азоту і калію, порівняно з класичним обробітком, відповідно на 2,5 і 4,1 %, а вміст рухомого фосфору навпаки зменшився на 8,4 %. Що стосується шару ґрунту 20–40 см, то відзначено зменшення вмісту як азоту, так і фосфору та калію за системи No-till порівняно з пліцевим обробітком ґрунту під ячмінь ярий, відповідно на 6,8, 10,1, 2,9 %.

Дослідженнями, які проведено в умовах Північного Степу відзначено, що різні способи основного обробітку ґрунту, впливають не лише на його водні властивості, ступінь аерації, інтенсивність мікробіологічних процесів, але й допомагають регулювати поживний режим ґрунту. Виявлено тенденцію до збільшення вмісту нітратного азоту на 3–4 мг/кг за проведення оранки, відносно мілкого мульчувального обробітку ґрунту. Вміст рухомого фосфору і обмінного калію був практично однаковим як за чизельного обробітку, так і пліцевої оранки [20]. В досліді О. Є. Марковської [14] спостерігали зменшення вмісту рухомого фосфору в шарі ґрунту 0–40 см на 3,8 % за зменшення глибини обробітку до 12–14 см, порівняно з оранкою під всі культури сівозміни. Подібну закономірність, щодо зміни вмісту рухомого фосфору за системи No-till і проведення оранки в зерно-просапній сівозміні, спостерігали у ґрунтово-кліматичних умовах Донецького регіону [16].

Висновки

Використання системи No-till в технології вирощування пшениці озимої та ячменю ярого, порівняно з іншими способами основного обробітку ґрунту, забезпечує покращення поживного режиму за рахунок збільшення вмісту азоту, що легко гідролізується та обмінного калію у верхньому шарі ґрунту (0–20 см). Вміст рухомого фосфору вищий за проведення класичного обробітку ґрунту, де створюються більш сприятливі умови для трансформації цього елементу мінерального живлення.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні впливу різних систем основного обробітку ґрунту на його водний режим, забур'яненість посівів зернових колосових культур.

References

1. Budonnyi, Yu. V., & Shevchenko, M. V. (2004). Gruntozakhysna resursozberihaiucha systema osnovnoho obrobittu gruntu pid kultury v polovykh sivozminakh dlia umov livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Lvivskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriiia «Ahronomiia»*, 8, 67–72. [In Ukrainian].
2. Hanhur, V. V., & Kotliar, Y. O. (2021). Influence of predecessors on water consumption and productivity of winter wheat in the zone of The Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 122–127. doi: 10.31210/visnyk2021.01.14
3. 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. doi: 10.31210/visnyk2021.01.15
4. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, Yu. M. (2015). Efekt minimalizatsii. *Farmer*, 5, 24–25. [In Ukrainian].
5. Horbatenko, A. I., Horobets, A. H., & Tsyliuryk, O. I. (2010). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobittu chystoho paru na ahrofizychnyi stan gruntu i urozhainist ozymoi pshenytsi. *Biuletyn Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 38, 40–45. [In Ukrainian].
6. Horobets, A. H., Horbatenko, A. I., & Tsyliuryk, O. I. (2009). Minimalizatsiia obrobittu hruntu pry vyroshchuvanni yaroho yachmeniu v Step. *Ahronom*, 4 (26), 40–45. [In Ukrainian].
7. DSTU 4115-2002 Grunty. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliu za modyfikovanyim metodom Chyrykova. (2016). Kyiv. Derzhavne pidpriemstvo «Ukrainskyi naukovo-doslidnyi i navchalnyi tsentr problem standartyzatsii, sertyfikatsii ta yakosti» [In Ukrainian].
8. DSTU 7863:2015 Yakist gruntu. Vyznachennia lehkohidrolizovanoho azotu metodom Kornfilda. (2016). Kyiv. Derzhavne pidpriemstvo «Ukrainskyi naukovo-doslidnyi i navchalnyi tsentr problem standartyzatsii, sertyfikatsii ta yakosti» [In Ukrainian].
9. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk*. Vinnytsia: PP «TD «Edelweis i K»» [In Ukrainian].
10. Kovalenko, A. M., Zhuikova, K. O., & Taran, V. H. (2007). Vplyv spivvidnoshennia kultur v sivozminakh korotkoi rotatsii na fizychni vlastyvyosti gruntu. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 47, 27–30. [In Ukrainian].
11. Kolmakov, P. P., & Nesterenko, A. M. (1981). *Minimalnaya obrabotka pochvy*. Moskva: Kolos. [In Russian].
12. Krivenko, A. I., & Pochkolina, S. V. (2021). Produktivnist pshenici ozimoyi za riznih sistem osnovnoho obrobittu gruntu v korotkorotatsiynih sivozminah iz sideralnim parom. *Agrarni Innovatsii*, 5, 60–67. doi: 10.32848/agrar.innov.2021.5.10 [In Ukrainian].
13. Kryzhanivskiy, V. H. (2017). Vmist strukturnykh ahrehativ gruntu na period tsvitinnia horokhu, pshepytsi ozymoi ta buriaku tsukrovoho za riznykh zakhodiv osnovnoho obrobittu. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 84, 150–155. [In Ukrainian].
14. Markovska, O. Ye. (2018). Dynamika pozhyvnoho rezhymu gruntu za riznykh sistem osnovnoho obrobittu gruntu ta udobrennia v sivozmini na zroshenni. *Naukovi Dopovidi NUBiP Ukrainy*, 3 (73). Retrived from: <http://hdl.handle.net/123456789/2386> [In Ukrainian].
15. Medvediev, A. V. (2010). *Nulovyi obrobittok hruntu v yevropeiskyykh krainakh*. Kharkiv: TOV EDENA [In Ukrainian].
16. Pohromska, Ya. A. (2020). Vplyv hidrotermichnykh fluktuatsii ta sposobiv obrobittu na rukhomist fosfativ u grunti. *Ahrokhimiia i Gruntoznavstvo*, 89, 71–82. doi: 10.31073/acss89-08 [In Ukrainian].

17. Syromiatnykov, Yu. M. (2020). Vplyv sposobiv priamoj sivby na rist, rozvytok i urozhainist zerna yachmeniu yarocho v umovakh Pivnichno-Skhidnoi chastyny Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 4 (2), 296–304. doi: 10.31867/2523-4544/0138 [In Ukrainian].
18. Syromyatnikov, Yu. N. (2018). Pokazateli kachestva raboty pochvoobrabatyvayushej ryhlitelno-separiruyushej mashiny. *Selskohozyajstvennye Mashiny i Tehnologii*, 12 (3), 38–44. doi: 10.22314/2073-7599-2018-12-3-38-44 [In Russian].
19. Filonenko, S. V., & Tyshchenko, M. V. (2020). Winter wheat yield capacity in short-rotation row crop succession depending on fertilization and basic soil tillage. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 61–69. doi: 10.31210/visnyk2020.03.07
20. Tsyliuryk, O. I. (2017). Vplyv mulchuvalnoho obrobittu gruntu na pozhyvnyi rezhym chornozemu v posivakh yachmeniu yarocho. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahrarno-Ekonomichnoho Universytetu*, 3 (45), 23–31 [In Ukrainian].
21. Tsyliuryk, O. I., Chorna, V. I., Desiatnyk, L. M., & Horshchar, V. I. (2020). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobittu hruntu na dynamiku zapasiv produktyvnoi volohy v posivakh yachmeniu yarocho v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 4 (2), 339–352. doi: 10.31867/2523-4544/0143 [In Ukrainian].
22. Shevchenko, M. V., Klochko, M. K., & Kazakov, V. O. (2008). Ahrokhimichni aspekty minimalizatsii obrobittu gruntu na chornozemi. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya «Gruntoznavstvo, Ahrokhimii, Zemlerobstvo, Lisove Hospodarstvo»*, 4, 72–74. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 17.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Лень О. І., Гангур М. В. Вплив різних систем обробітку на поживний режим ґрунту під пшеницею озимою та ячменем ярим в зоні Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 38–44.

© Гангур Володимир Васильович, Лень Олександр Іванович, Гангур Микола Володимирович, 2022

Agriculture.
Plant growingBULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMYISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>

review article | UDC 631.81.095.337:633.358:635.6 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.05

INFLUENCE OF BIOLOGICAL PRODUCTS AND MICROFERTILIZERS IN FORMATION
OF YIELD OF PEA SEEDS

O. M. Vuiko

ORCID  [0000-0002-1607-0869](https://orcid.org/0000-0002-1607-0869)Vinnytsia National Agrarian University, st. Sonyachna 3, Vinnytsia, 21008, Ukraine
E-mail: oleksandrviuko@gmail.com

How to Cite

Vuiko, O. M. (2022). Influence of biological products and microfertilizers in formation of yield of pea seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 45–54. doi: 10.31210/visnyk2022.01.05

Peas in Ukraine are mainly export-oriented crops, as the largest share of the crop is supplied to foreign markets, while domestic consumption, as in other segments, is stagnant. For a long time the pea market in Ukraine lobbied and gained momentum, encouraging farmers to bet on it, especially since the crop is quite profitable and has proven itself well in crop rotation. However, in recent years there has been relatively low growth rates and low stability of productivity of cenoses of legumes. If in 1992 the sown area of peas in Ukraine exceeded one million hectares, in 2020 not even half of this figure was sown. However, in order to increase profitability, it is necessary to introduce pea growing technologies that would provide much higher yields than those obtained by farmers in recent years. It is quite possible to increase it to 50 centers' per hectare and more, as evidenced by the experience of European countries. This is primarily due to the fact that peas significantly reduce their productivity in adverse weather conditions and unbalanced nutrients. Optimal feeding conditions, in turn, ensure the formation of a fairly high yield and grain quality and, at the same time, significantly reduce the negative impact of weather conditions. Growing legumes is an extremely important factor in creating an effective mechanism for increasing soil fertility based on the accumulation of atmospheric nitrogen and the accumulation of organic matter to enhance humification processes. In the technology of growing each crop, each of its elements is important. The review presents a modern analysis of data from literature sources on the characteristics of peas, their yield and structure of sown areas. The peculiarities of the formation and functioning of the symbiotic apparatus of peas are described; some modern biological preparations and microfertilizers are given. The influence of biological products and microfertilizers on yield formation, their importance in the course of physiological processes in pea plants is considered. The key phases of growth and development of plants in which they need micronutrients the most have been identified. It is noted that the prospect of increasing productive pea crops to create optimal balanced for all elements of the nutritional conditions and stimulate nitrogen fixation.

Key words: peas; microelements; yield; biological products; microfertilizers, nitrogen fixation.

ВПЛИВ МІКРОДОБРИВ ТА БІОПРЕПАРАТІВ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ
ГОРОХУ ПОСІВНОГО

O. M. Вуйко

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Горох в Україні є переважно експортно-орієнтованою культурою, оскільки лівова частка врожаю постачається на зовнішні ринки, в той час як внутрішнє споживання, як і в інших сегментах, знаходиться в стагнації. Тривалий час ринок гороху в Україні лобіювався і стрімко

набирав обертів, спонукаючи аграріїв робити ставки на нього, тим більше що культура є досить рентабельною і добре себе зарекомендувала в сівозміні. Однак в останні роки відмічається порівняно невисокі темпи росту урожайності і низький рівень стабільності продуктивності ценозів зернобобових культур. Якщо у 1992 році посівна площа гороху в Україні перевищувала мільйон гектарів, то в 2020 році не було засіяно навіть половини від цього показника. Проте для підвищення прибутковості необхідно впроваджувати технології вирощування гороху, які б забезпечували значно вищу врожайність, ніж та, яку аграрії отримують в останні роки. Цілком реально підвищити її до 50 ц/га і більше, про що свідчить досвід країн Європи. Обумовлено це насамперед тим, що горох в значній мірі знижує свою продуктивність за несприятливих погодних умов та не збалансованості елементів живлення. Оптимальні умови живлення у свою чергу забезпечують формування досить високої урожайності та якості зерна і при цьому, в значній мірі, знижують негативний вплив погодних умов. Вирощування продукції зернобобових культур є надзвичайно важливим чинником у створенні ефективного механізму підвищення родючості ґрунтів на основі акумуляції атмосферного азоту та накопичення органічної речовини з метою посилення процесів гуміфікації. В технології вирощування кожної культури важливе значення має кожен її елемент. В огляді наведено сучасний аналіз даних літературних джерел щодо особливостей гороху, його врожайності та структури посівних площ. Описано особливості формування та функціонування симбіотичного апарату гороху, наведено деякі сучасні біологічні препарати та мікродобрива. Розглянуто вплив біопрепаратів та мікродобрив на формування врожайності, їх значення у проходження фізіологічних процесів у рослинах гороху. Визначено ключові фази росту та розвитку рослин у яких вони найбільше потребують мікроелементів. Відмічається, перспективність підвищення продуктивних посівів гороху за створення оптимальних збалансованих за всіма елементами умов живлення та стимуляції азотфіксації.

Ключові слова: горох; мікроелементи; врожайність; біопрепарати; мікродобрива, азотфіксація.

Горох однією з основних зернобобових культур в нашій країні. Він має високу харчову та кормову цінність. Зерно гороху являється головним джерелом рослинного білку. Урозрахунку на одну кормову одиницю горох містить більше 150 г перетравного білку [1].

Цінність гороху полягає в його універсальності. Його можна використовувати в харчовому, кормовому, технічному та агротехнічному напрямках. У насінні гороху залежно від сорту і погодних умов міститься 20–30 % білка, 2–2,5 % жиру, 55–65 % безазотистих екстрактивних речовин та 4–5 % клітковини [2].

За обсягами виробництва гороху Україна посідає одне з перших місць в Європі і всьому світі [3].

Згідно даних державної служби статистики України площі вирощування за останні одинадцять років мали сильне варіювання, збільшення чи зменшення посівних площ залежало від рівня врожайності попереднього року (рис. 1). Спостерігається тенденція до зменшення починаючи з 2010 р. до 2014 р. в який також спостерігався найменший показник за досліджуваний період (153,5 тис.га), надалі починаючи з 2015 р. і до 2018 р. площі почали стрімко зростати і досягли максимального значення яке становило 426,1 тис.га обумовлено це насамперед активним попитом на зерно зазначеної бобової культури, збільшенням обсягів експортних поставок і досить високими закупівельними цінами, але ж у наступний 2019 р. скоротились майже у 1,7 разів і становили 253,4 тис.га, за подальших три роки площі незначно змінювались, варіювання між 2021 р. і 2019 р. становило 11,3 тис. га, в загальному можна спостерігати, що в порівнянні з 2010 роком у 2021 р. змінилися незначно, а саме зменшилися на 36.4 тис.га.



Рис. 1. Посівні площі гороху в Україні за 2010–2021 рік [4–6].

Проаналізувавши дані врожайності гороху посівного за 2010–2021 рік (табл. 1), можна виділити наступне: період з 2010 р. по 2013 р. були маловрожайними, що у призводили до поступового скорочення посівних площ; найурожайнішим виявився 2016 рік у який середнє значення врожаю по Україні становило 3,13 т./га, а у окремих господарствах досягала рівня 4,5 т./га; загалом середньорічний показник врожайності за останні десять років становить 2,13 т./га, що говорить про низький рівень використання потенціалу врожайності гороху посівного.

1. Врожайність і гороху посівного за 2010–2021 рік

Рік	Площа тис.га	Урожайність т.	Валовий збір тис.т.
2010	278,5	1,62	451,2
2011	244,9	1,49	364,9
2012	210,7	1,66	349,8
2013	171,5	1,56	267,5
2014	153,5	2,34	359,2
2015	168,7	2,24	377,9
2016	238,7	3,13	747,1
2017	414,0	2,65	1097,1
2018	426,1	1,82	775,5
2019	253,4	2,26	572,7
2020	237,7	2,17	516,2
2021	242,1	2,33	564,1

Джерело: [4–6].

Загально відомо, що на формування врожаю впливає адаптивність рослин до діючих чинників навколишнього середовища: інтенсивності світла, температури повітря, вологості ґрунту, мінерального живлення [7, 8]. Більшість цих факторів контролювати людині не під силу, їм на противагу виступає мінеральне живлення яке залишається основним фактором підвищення продуктивності на який ми можемо вплинути.

Для нормального розвитку рослини і отримання якісного насіння гороху необхідно оптимально збалансована за макро- і мікроелементами система живлення. Яку неможливо отримати за рахунок тільки природних факторів родючості ґрунту. Тому підбір нових більш ефективних прийомів адаптивно-біологізованих технологій вирощування гороху в сучасних умовах погіршення екологічної ситуації та змін клімату має не тільки теоретичне, а й важливе практичне значення [9].

За для підвищення рівня врожайності важливим чинником виступає оптимізація живлення рослини. Значна кількість вчених провела велику кількість досліджень як експериментальних, так і теоретичних з питань удобрення гороху і зійшли загального висновку, що кожен елемент мінерального живлення має своєрідне значення, відповідно нестача будь-якого з них призводить до порушення фізіологічних процесів у рослин, погіршення їхнього росту й розвитку, зниження врожайності та його якості. Застосування біопрепаратів та мікродобрив на посівах цієї культури є актуальним та перспективним питанням в даний час [10].

У дослідженнях з вивчення ефективності впливу факторів інтенсифікації на продуктивність сортів гороху, які проводили протягом 2011–2013 рр. в стаціонарному багатофакторному польовому досліді відділу адаптивних інтенсивних технологій зернобобових, круп'яних і олійних культур ННЦ «Інститут землеробства НААН». Формування високих і сталих врожаїв бобових культур, в тому числі й гороху – значно складніший процес, ніж в інших культур. Це пов'язано зі слабкою можливістю регулювання числа плодоносних стебел, з поступовою і тривалою диференціацією генеративних органів і особливо з істотною залежністю їх розвитку від зовнішніх умов [11].

В технології вирощування гороху провідну роль надають стимуляції азотфіксації, оскільки нестача азоту негативно позначається на інтенсивності синтезу азотвмісних органічних сполук, функціонуванні фотосинтетичного апарату, ростових процесах рослин, що обмежує утворення репродуктивних органів та призводить до зменшення врожайності і зниження якості зерна [12].

Одним із шляхів вирішення даної проблеми є збільшення частки симбіотичного азоту в агроценозах під час забезпечення високоефективного симбіозу бобових культур і відповідними видами бульбочкових бактерій [13].

Азотфіксуючі мікроорганізми здатні щороку засвоювати з повітря від 40 до більш як 300 кг азоту на гектар. Цей азот не забруднює довкілля і не потребує значних енергетичних затрат на виробництво.

За результатами досліджень відділу симбіотичної азотфіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАН України встановлено, що відповідальний за фіксацію молекулярного азоту є фермент нітрогеназа, який складається з двох металовмісних білкових компонентів: залізо- й молібдено-залізвмісного. Також з'ясовано, що чисті культури бульбочкових бактерій здатні синтезувати нітрогеназу і фіксувати молекулярний азот. Ефективність бобово-ризобіального симбіозу тісно пов'язана з особливостями азотного живлення рослин, а також із впливом інших фізіологічних чинників [14].

Загально відомо, що первинна взаємодія мікроорганізмів і рослин під час формування симбіозу починає відбуватись вже у період проростання насіння бобових, коли біологічно активні речовини, що інтенсивно секретуються насінням у навколишнє середовище, можуть впливати на властивості бульбочкових бактерій, а саме можуть стимулювати ростову активність ризобій, впливати на здатність специфічних бульбочкових бактерій формувати симбіотичні взаємовідносини з рослинами [15–17].

У свою чергу бульбочкові бактерії являються ініціаторами утворення спеціалізованих органів – бульбочок – на коренях бобових культур, після чого між рослиною і бактеріями виникає симбіоз: бактерії зв'язують молекулярний азот атмосфери, передають його рослині, яка, у свою чергу, забезпечує їх поживними речовинами [18, 19].

Відмічається також, що азотфіксуючі мікроорганізми не тільки покращують азотне живлення рослини, але й сприяють перетворенню важкорозчинних сполук ґрунту, в тому числі фосфорних, у більш доступні для рослин форми, які легко ними засвоюються. Окрім того, бактеріальні препарати можуть містити різноманітні фізіологічно активні речовини (гормони, вітаміни, амінокислоти, стимулятори росту рослин та ін.), які напряду впливають на регуляцію росту рослин, зокрема, поліпшують використання мінеральних добрив на 20–30 %, завдяки кращому розвитку кореневої системи й покращенню її поглинальних властивостей. Також заселивши корені, корисні мікроорганізми запобігають інфікуванню рослини патогенними мікроорганізмами, що збільшує їх стійкість до хвороб.

Доведено, що використання біологічних препаратів впливає на посівні якості насіння, а саме збільшує енергію проростання та схожість насіння, а також сприяє інтенсифікації фотосинтезу в бактеризованих рослинах [20–22].

Відразу після відкриття явища симбіотрофної фіксації молекулярного азоту виникла думка використовувати бульбочкові бактерії для практичних цілей. Спочатку для цього застосовували ґрунт,

на якому вирощувалися бобові культури. Такий ґрунт розкидали (2–4 т/га) на площах, призначених для посіву бобових, де вони раніше не вирощувалися. Більш ефективним виявився інший метод: з коріння бобових збирали бульби, підсушували і тонко подрібнювали. Таким матеріалом (з додаванням тальку, бентоніту) обробляли насіння бобових рослин перед посівом [23–25].

Сучасні ж інокулянти містять у своєму складі штучно культивовані бактерії та можуть мати різну препаративну форму наприклад водорозчинні концентрати, порошки, також вони можуть бути створені на основі стерильного торфу.

У ґрунті, в який висівається бобова культура, має міститись достатня кількість бульбочкових бактерій, специфічних для даного виду культурної рослини. Якщо бактерії в ґрунті відсутні, насіння доцільно обробляти бактеріальними препаратами (ризоторфін, нітрагін, бінітро та інші).

Нітрагінізація зерно-бобових культур особливо ефективна при висіві їх у нових районах вирощування, або після тривалої перерви в їх висіванні. Приріст урожаю від обробки бактеріальними добривами сягає 30–40 %, особливо якщо не вносити азотні добрива [26].

За результатами дослідження Горбаньова В. О. лабораторна схожість насіння за рахунок обробки посівного матеріалу інокулянтами Оптімайз Пульс та BiNitrov середньому збільшувалась на 1,7 %, у подальшому після обробки спостерігалось подовження міжфазного періоду цвітіння – повна стиглість, тобто збільшився період формування генеративних органів, також починаючи з фази бутонізації, рослини гороху мали більшу вегетативну масу у варіантах дослідів, де проводили сівбу культури інокульованим насінням. За рахунок інокуляції посівного матеріалу збільшилась кількість бобів на рослині від 3,5 до 4,4 шт. та збільшилась маса насіння отриманого з однієї рослини [27].

Болюра Є. В. у своєму досліді показує, що передпосівна обробка насіння препаратом Бінітро має позитивний вплив на показники польової схожості насіння. У середньому за роки досліджень польова схожість насіння у варіантах без інокуляції насіння становила 81,5 %, а у варіантах з сівбою інокульованим насінням вона збільшилась до 90,0 %, також відзначається, що вимірювання висоти рослин у фазу цвітіння показало, що під впливом інокуляції висота рослин у фазу цвітіння збільшилась на 4,1 см. Інокулювання насіння при сівбі сприяло істотному збільшенню врожайності в середньому на 3,5 ц/га, що є суттєвим приростом [28].

Дослідження багатьох вчених показують, що при застосуванні високоефективних штамів бульбочкових бактерій у симбіозі з зернобобовими культурами їх продуктивність збільшується на 10–30 %, а вміст білка у зерні – на 2–6 % [29, 30].

У дослідях Довбиш Л. Л. та Кравчук М. М. горох обробляли інокулянтами Actiseed та Біоінокулянт–БТУ–т та спостерігали збільшення ступеня озерненості бобів на 17,1–20 %, а також покращилась якість насіння гороху – вміст білка у зерні збільшився на 13,6–17,8 % порівняно з контролем [31].

Отже, використання біологічних препаратів, які стимулюють симбіотичну азотфіксацію у гороху являється досить позитивним засобом покращення умов живлення та розвитку рослин гороху, варто відмітити, що внесення цих препаратів в передпосівну обробку дозволяє в період формування симбіотичного апарату коренях активувати синтез органічних сполук задіяних у депонуванні енергії, цим самим збільшити енергію проростання та схожість насіння, підвищити стійкість рослин до несприятливих чинників довкілля та забезпечити підвищення урожаю та поліпшення його якості. Слід врахувати також сприятливий вплив бактеризації рослин на ґрунтову родючість та екологічну обстановку (оскільки залучений до агроєкосистем біологічно фіксований азот є альтернативою мінеральних азотних добрив).

Вартотакож відзначити, що величезну роль життєдіяльності живих організмів належить мікроелементи, оскільки нестача окремих мікроелементів призводить до значних збоїв життєдіяльності рослин. Кожна культурна рослина використовує тільки ті, якій потрібні і в мінімальній кількості, але їх нестача в поживному середовищі порушує обмін речовин, хід фізіологічних процесів і, як наслідок, знижує урожай та його якість [32].

Так, надходження азоту в рослини знижується при дефіциті заліза, марганцю і цинку. Позитивно впливають на поглинання азоту молібден і кобальт. Поглинання рослинами фосфору збільшується при наявності міді, цинку, кальцію і молібдену, але зменшується під впливом магнію і заліза. Надходження в рослини калію знижується під впливом міді, марганцю, нікелю, цинку, молібдену, заліза і бору, а зростає при наявності хлору [33].

Вплив мікроелементів на підвищення кількості та якості врожаю полягає в тому, що при наявності потрібної кількості їх рослини можуть синтезувати потрібний їм спектр ферментів. Їхнє застосування збільшує енергію проростання насіння та прискорює розвиток зародкових корінців, позитивно впливає на подальший ріст рослин і врожай сільськогосподарських культур [34–36].

Також мікроелементи входять до складу багатьох вітамінів, ферментів, активують їх роботу, беруть участь в азотних і вуглеводневих обмінах рослин, в окисно-відновних процесах, підсилюють процес фотосинтезу, впливають на дихання, а також на перетворення і пересування речовин, на ріст, розвиток та стійкість рослин до різних несприятливих факторів і збудників хвороб [37, 38].

Нестачу мікроелементів може викликати різні відхилення в рості і розвитку рослин, що призведе до зниження урожайності і погіршить якість продукції. Саме тому мікроелементи неможливо замінити жодними іншими речовинами, а їх нестача може негативно вплинути на ріст і розвиток рослин [39, 40].

Як вже зазначалось вище головними мікроелементами для гороху є молібден, бор, цинк, кобальт та мідь важливим є внесення їх у доступних для рослин формах (табл. 2). Конкретніше про їх значення у проходження фізіологічних процесів у рослинах:

Молібден приймає участь у синтезі амінокислот і білків, відновленні нітратів до аміаку; синтезі вітамінів і хлорофілу, регулює процес трансформації азоту в рослині, активізує окисно-відновні процеси. Сприяє засвоєнню азоту, заліза і фосфору, покращує живлення рослин кальцієм. Підвищує вміст білка в зерні.

За середньої урожайності 2,3 т/га бобовими виноситься з ґрунту до 10 г молібдену. Цей мікроелемент відіграє важливу роль у життєдіяльності бульбочкових бактерій, за його відсутності знижується фіксація ними атмосферного азоту. Окрім того, молібден збільшує коефіцієнт використання азотних добрив [41].

Бор необхідний рослинам протягом усієї вегетації, найбільша його потреба виникає під час дозрівання та диференціації клітин. Бор бере участь у синтезі білків, при цьому його не можна замінити іншими елементами живлення. Його нестача призводить не лише до зниження врожаю, а й до погіршення його якості у гороху це сильно проявляється у фазу технічної стиглості.

За дефіциту бору в посівах гороху в бульбочках не формуються судинні пучки, внаслідок чого порушується розвиток бактеріальної тканини [42].

Цинк бере участь у багатьох фізіологічних процесах, які протікають в рослині, а саме фото-, синтезі амінокислот, хлорофілу, органічних кислот, вітамінів, в окисно-відновних процесах, обміні вуглеводів, ліпідів, фосфору, сірки. Сприяє накопиченню фітогормону ауксину; необхідний для росту міжвузль. За рахунок стабілізації дихання у разі зміни температурних умов підвищує жаро-, посухостійкість рослин, вміст білка, стійкість до ураження хворобами [43].

Мідь впливає на азотний обмін у рослинах, активно бере участь у процесі фотосинтезу, підсилює утворення білків, жирів, вітаміну С, підвищує інтенсивність дихання і фотосинтезу, морозо-, засухо-, і жаростійкість, стійкість до хвороб, покращує утворенню плодів і насіння, підсилює поглинання азоту і магнію [43].

Кобальт активізує роботу багатьох ферментів, зокрема нітратредуктази, важливої для азотного живлення бобових культур. Він є складовою вітаміну В₁₂, якого багато в бульбочках на коренях бобових рослин. Кобальт впливає на синтез хлорофілу, нагромадження вуглеводів і жирів у рослинах, підвищує інтенсивність дихання, стимулює біосинтез нуклеїнових кислот і аскорбінової кислоти, бере активну участь у реакціях окислення та відновлення, позитивно впливає на енергетичний обмін. Найбільше він концентрується в генеративних органах рослини, він відіграє важливу роль у процесах запліднення, регулює процес трансформації азоту в рослині [37].

2. *Форми та норми внесення мікроелементів*

Хімічний елемент	Форма для внесення	Норми внесення г/га
Молібден	Молібденовокислий амоній	150-200
Бор	Борна кислота Бормагнієве добриво	200-300
Цинк	Сірчаноокислий цинк	200-300
Мідь	Сірчаноокисла мідь	200-300
Кобальт	Сірчаноокислий кобальт	200-300

Джерело: [44].

Найціннішим є молібден, який впливає на симбіотичну азотфіксацію. Приріст урожаю від внесення молібдену становить 2–3 ц/га. Його вплив на врожайність прирівнюється до внесення 30 кг/га д. р. азоту [45].

Молібден і бор покращують надходження азоту в рослини гороху. Приріст урожаю від внесення цих елементів разом може складати 2–4 ц/га [46].

Із узагальнення матеріалів багатьох досліджень визначено, що мідь і цинк мажуть призвести до збільшення врожаю в середньому на 3 ц/га [47].

Потреба гороху у мікродобривах зростає після застосування підвищених норм мінеральних добрив. Мікродобрива використовують зазвичай у вигляді позакореневого підживлення і шляхом передпосівної обробки насіння [48].

На сьогоднішній день мікродобрива використовують переважно в комплексах, тобто містять у своєму складі декілька елементів у концентраціях, які найкраще поєднуються та підходять як найкраще до певної фази росту рослини, оскільки величезне значення у максимальній реалізації генетичного потенціалу сортів гороху в господарському врожаї відіграє важливість внесення певного мікроелемента у основні фази розвитку рослин (табл. 3).

Згідно дослідів Коваленка О. А. можна констатувати, що застосування мікроелементів задля обробки насіннєвого матеріалу культури гороху здійснюють вплив як на біометричні показники рослин так і на продуктивність їх в цілому.

Згідно його дослідів урожайність гороху за обробки насіння перед сівбою мікродобривом Наномікс, підвищувалась в середньому на 2,4 ц/га [49].

3. Ключові фази підживлення гороху

Фаза культури	Значення мікроелементів
Обробка насіння під час протруювання	Рослини на початку вегетації розвиваються повільно, коренева система слабо розвинена, тому особливе значення для майбутнього врожаю має передпосівна обробка насіння мікроелементами. Горох, залежно від ґрунтових умов, відчуває потребу в певних мікроелементах (молібден, кобальт, цинк). Використання мікродобрив в протруюванні підвищує стійкість гороху до грибкових та бактеріальних хвороб, посухи, екстремальних температур, підсилюють азотфіксацію з повітря, стимулюють синтез хлорофілу та активізують процес фотосинтезу. Насіння бобових культур перед посівом разом з бактеріальними препаратами доцільно інкрустувати комплексом мікроелементів. Обробка насіння сприяє підвищенню енергії проростання, схожості, підсилює холодостійкість рослин. Рослини з обробленого насіння мають більш розвинену кореневу систему, відзначаються більш потужною наземною масою.
3–5 листків	Ознакою цієї фази росту є формування кореневої системи і наземної маси рослин. Від забезпеченості рослин мікроелементами в цю фазу залежить їх розвиток і фізіологічна активність. Рослини бобових активно реагують на позакореневе внесення мікроелементів.
Бутонізація-початок цвітіння	У цю фазу важливим є використання мікроелементів, підсилений бором, адже бор сприяє цвітінню і запиленню утворення квіток і підвищення життєздатності пилку. Молібден для гороху також є найважливішим мікроелементом. Він не тільки допомагає засвоєнню бору, а й входить до складу ферменту нітрогенази - головного учасника процесу азотфіксації підсилення фотосинтетичної активності рослин, стимулювання ростових процесів вегетативної маси.
Формування і досягання насіння	Обробка рослин спрямована на підтримання гормонального балансу, підвищення життєздатності кореневої системи, інтенсифікацію фотосинтетичної активності листя та сприяння наливу бобів. У фазі наливу важливим є підживлення гороху бором для організації безперебійного трансферту вуглеводнів і поліпшення постачання рослин водою. Причому бор для удобрення по листу повинен бути в максимально доступній формі.

Джерело: [50].

Отже, на основі вище викладеного можна зробити висновок що застосування мікродобрива в поєднанні із біопрепаратами є найбільш оптимальним чинником підвищення врожайності гороху посівного.

Висновок

Горох є досить важливою сільськогосподарською культурою, відіграє важливу роль в структурі посівних площ. Причиною зниження врожаїв є поширення шкідників і збудників хвороб, швидке зростання засміченості полів та не обґрунтоване використання добрив. Удосконалення технології вирощування гороху за рахунок використання мікродобрив та біопрепаратів є досить важливою умовою підвищення його урожайності, підвищення якої допоможе збільшити посівні площі під горохом і тим самим задовольнити потребу нашої країни в білках.

На основі теоретичного матеріалу було розглянуто вплив мікродобрив та біопрепаратів на формування врожайності гороху посівного; визначено їх роль у проходженні фізіологічних процесів у рослині; розглянуто їх взаємодію та періоди потреби рослин в мікроелементах. Отримані дані допоможуть краще зрозуміти фізіологічні процеси в рослинах гороху та збалансувати його живлення за всіма елементами, що повинно призвести до збільшення кількості і якості врожаю.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується дослідити питання впливу на якісні показники зерна гороху посівного поєднання різних комбінацій мікродобрив з біологічними препаратами, що допоможе створити більш оптимальну технологію його вирощування.

References

1. Prisyazhnyuk, O. I. (2006). Increasing the productivity of peas in the central subzone of the Forest-Steppe of Ukraine. *Extended abstract of candidate's thesis*. Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets. Kyiv.
2. Tsyganov, A., & Vildflush, O. (2004). The influence of microfertilizers on productivity and quality of peas grain on sward podzolic soil. *Annals of the University Maria Curie Skłodowska*, 4, 1527–1532.
3. Adamets, F. F., Vergunov, V. A., Laser, P. N., & Vergunov, I. N. (2006). *Agrobiological features of cultivation of legumes in Ukraine* (p.456). Kyiv: Agrarian science.
4. Vlasenko, N. S. (Ed.). (2013). *Statistical Collection*. State Statistics Service of Ukraine. Kyiv.
5. Kuznetsova, M. S. (Ed.). (2018). *Statistical Collection*. State Statistics Service of Ukraine. Kyiv.
6. Verner, I. Ye. (Ed.). (2019). *Statistical Collection*. State Statistics Service of Ukraine. Kyiv.
7. Knazuk, O. V. (2012). Influence of technological methods of cultivation on photosynthetic productivity of maize hybrids. *Agrobiology*, 9, 116–120.
8. Knyazyuk, O. V., & Lipovy, V. G. (2011). Agroecological testing and selection of maize hybrids of different maturity groups for the silage conveyor in the conditions of the right bank. *Agrobiology*, 6, 103–106.
9. Demidenko, G. A., & Fomina, N. V. (2019). *Agricultural ecology*. Krasnoyarsk.
10. Kaminsky, V. F., Dvoretzkaya, S. P., & Kostina, T. P. (2012). Influence of pre-sowing treatment of seeds with microelements and biological preparations on pea yield. *Agriculture*, 84, 82–87. doi: 10.32702/2306-6792.2020.17-18.60
11. Ryabokin, T. M., Dvoretzkaya, S. P., & Efimenko, G. M. (2014). Productivity of pea varieties depending on the level of intensification of cultivation technology. *Bulletin of the Center for Scientific Support of Agro-Industrial Production of Kharkiv Region*, 16, 38–39.
12. Didovich, S. V. (2004). Introduction of nodule bacteria into microbial coenoses of the soil during the cultivation of new species of legumes in the south. *State Nikitsky Botanic Garden*, 89, 8–41.
13. Butvina, O. Yu., Tolkachev, N. Z., & Knyazev, A. V. (1997). Highly competitive strains of nodule bacteria - the basis of the effectiveness of biological products. *Microbiology Magazine*, 4, 123–131. doi: 10.13122/0201-8462-(2)1997.08
14. Kot, S. Ya. (2016). Research of biological nitrogen fixation at the Institute of Plant Physiology and Genetics of NAAS of Ukraine. *Plant Physiology and Genetics*, 48 (3), 215. doi: 10.1407/frg2018.06.463
15. Hartwig, U. A., Joseph, C. M., & Phillips, D. A. (1991). Flavonoids released naturally from alfalfa seeds enhance growth rate of rhizobium meliloti. *Plant Physiology*, 95 (3), 797–803. doi: 10.1104/pp.95.3.797
16. Mel'nykova, H. M. (2014). Formation of bean-rhizobial symbiosis under the action of lupine seed exudates. *Scientific Notes of Ternopil Region of the Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University*, 60, 131–134.

17. Melnikova, N. N., & Omelchuk, S. V. (2009). Influence of legume seed exudates on the formation of bean-rhizobial symbiosis. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 3, 331–337.
18. Kots, S. Ya., Malichenko, S. M., Kruhova, O. D., Mandrovskaya, N. M., & Kyrychenko, O. V. (2001). *Physiological and biochemical features of plant nutrition with biological nitrogen*. Kyiv: Logos.
19. Mishustin, E. N. (Ed.). (1985). *Mineral and biological nitrogen in agriculture of the USSR*. Moskva: Nauka.
20. Patika, V. P., Kots, S. Y., & Volkogon, V. V. (Eds.). (2003). *Biological nitrogen*. Kharkiv: World.
21. Volkogon, V. V. (2007). *Microbiological aspects of nitrogen fertilizer optimization of agricultural crops*. Kyiv: Agrarian Science.
22. Ignatov, V. V. (Eds.). (2005). *Molecular basis of the relationship of associative microorganisms with plants*. Moskva: Nauka.
23. Vlasova, O. I. (2011). Influence of elements of agricultural techniques on pea productivity. *Polythematic Online Scientific Journal*, 70, 707–716. doi: 10.13442/4798-0752-(70)2011.03
24. Khotyanovich, A. V. (1980). Production of peat preparations of nodule bacteria. *All-Russian Research Institute of Agriculture Microbiology*, 50, 356.
25. Khotyanovich, A. V., Chikanova, V. V., & Bocharov, A. V. (1982). Efficacy of various methods of inoculation of legumes preparations of nodule bacteria. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 18 (4), 228.
26. Phases of growth, development, stages of ontogenesis of peas. Retrieved from: https://studopedia.su/13_171782_fazi-rostu-rozvitku-etapi-organogenezu-gorohu.html
27. Gorbanyov, V. O. (2020). Influence of seed inoculation on pea yield. *Effective functioning of ecologically stable areas in the context of sustainable development strategy: agri-environmental, social and economic aspects: Collection of materials of the IV International Scientific Practice Internet conference*. Poltava.
28. Bolyura, E. V. (2019). Yield of peas depending on inoculation of seeds with the drug Binitro. *The current state of science in agriculture and nature management: theory and practice*.
29. Didovich, S. V., Tolkachev, N. Z., & Melnichuk, T. N. (2012.). Biologicals in agrotechnologies of growing legumes. *Bulletin of the Regional CNO APP*, 13, 8.
30. Volkogon, V. V. (Ed.). (2015). *Microbial drugs in modern agricultural technologies scientific and practical recommendations*. Kyiv. doi: 10.32636/01308521.2020-(67)-1-2
31. Dovbish, L. L., & Kravchuk, M. M. (2020). Influence of biological inoculants on yield and quality of pea (*pisum sativum*) in organic production. *Scientific readings 2020: collection of abstracts of the scientific-practical conference of scientific and pedagogical workers, doctoral students, graduate students and young scientists of the Faculty of Agronomy*. Zhytomyr.
32. Bulygina, S. Yu. (Ed.). (2007). *Trace elements in agriculture*. Dnepropetrovsk: Sich.
33. Moskalets, V. V., & Shinkarenko, V. K. (2004). Application of microbial preparations and microelement fertilizers on soybean grain quality. *Agroecological Journal*, 3, 20. doi: 10.26886/2414-634X.4(12)2004.06
34. Balyuk, S. A., Medvedev, V. V., Tararik, O. G., Grekov, V. O., & Balaev, A. D. (Eds.). (2010). *National report on the state of soil fertility of Ukraine*. Kyiv.
35. Gospodarenko, G. M. (2003). *Agrochemistry of mineral fertilizers*. Kyiv: Naukovyy svit.
36. Miroshnichenko, M. M., Desenko, V. G., Zhadan, B. I., & Sevastyanov, O. B. (2006). Problems of assessing the supply of soils with trace elements based on the results of ecological and agrochemical certification. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast*, 2 (4), 101–106.
37. Nedilska, V. I. (2020). Influence of microelements on plant life. *Materials of the international scientific-practical conference: The current state of science in agriculture and nature management: theory and practice*. Bila Tserkva.
38. Sherstoboeva, E. V., Dudinova, I. A., & Kramarenko, S. N. (1999). Biopreparations of nitrogen-fixing bacteria: problems and prospects. *Microbiological Journal*, 59 (4), 110–116. doi: 10.13122/0201-8462-(4)1999.07
39. Stasyk, O. O. (2011). Influence of foliar treatment of winter wheat plants with nanoaquachelate complex of microelements "Avatar-1" on indicators of production process and yield structure. *Scientific readings 2020: collection of abstracts of the scientific-practical conference of scientific and pedagogical workers, doctoral students, graduate students and young scientists of the Faculty of Agronomy*. Zhytomyr.

-
40. Yatsuk, I. P., Panasenko, V. M., Naumenko, A. S., Venglinsky, M. O., & Godinchuk, N. V. (2015). Features of providing trace elements of soils of Ukraine. *Agroecological Journal*, 4, 63–69, doi: 10.26886/2414-634X.6(42)2020.8
41. Venglinsky, M. O., Glushchenko, M. K., Hodynychuk, N. V., & Khmara, T. I. (2014). The role of trace elements in plant nutrition and improved soil fertility. *Bulletin of the National University of Water Management and Environmental Sciences*, 1, 73–75, doi: 10.32412/2306-5478-(1)2014.02
42. Ogurtsov, Y. E. (2015). Plant yields depending on the use of plant growth regulators and microfertilizers on different food backgrounds. *Scientific Reports of NULES of Ukraine*, 2 (51), 24–28.
43. Inishchenko, G., Kozelets, O., & Haydenko, L. (2020). *Agribusiness Magazine Today*. Retrived from: <http://agro-business.com.ua>
44. Likhochvor, V. V., & Petrichenko, V. F. (2006). *Crop production. Modern intensive technologies for growing major field crops*. Lviv: SPF "Ukrainian Technologies".
45. Lukin, S. V., Avramenko, P. M., & Korneyko N.I.(2008). Cobalt and molybdenum in the soils of the Belgorod region. *Agrochemical Bulletin*, 2, 12. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10603
46. Wildflush, I. R., Mishura, O. I., & Mamashevskaya, O. V. (2016). Agroeconomic assessment of the use of new forms of fertilizers and growth regulators in the cultivation of peas. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*, 1, 76–77. doi: 10.14322/5432-1424-2016.02(1)
47. Nadkernichnaya, E. V., & Kovalevskaya, T. M. (2001). Influence of free-living nitrogen-fixing bacteria on the formation and functioning of legume-rhizobialsymbiosis in some crops. *Physiology and biochemistry of cultivated plants*, 4, 355–362.
48. Alekseyev, M. A., Vanyk, M. S., & Kononchuk, O. M. (2013). Optimization of physiological and biological processes in soybeans using plant growth regulators and molybdenum. *Proceedings of the IX All-Ukrainian Scientific Conference: Problems and prospects of science in the context of globalization*. Kyiv.
49. Kovalenko, O. A. (2021). Application of microfertilizers and biological products in the southern steppe zone of Ukraine for pea cultivation. *Agriculture and Forestry*, 22, 22–23. doi: 10.37128/2707-5826-2021-3-2
50. Why Ukrainian farmers do not believe in microfertilizers. Retrieved from: com/uk/posts/show/goduvati-cerez-lista-comu-ukrainski-fermeri-niak-ne-povirat-v-mikrodobriva

Стаття надійшла до редакції: 18.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Вуйко О. М. Вплив мікродобрив та біопрепаратів на формування врожайності гороху посівного. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 45–54.

© Вуйко Олександр Михайлович, 2022

Agriculture.
Plant growingBULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMYISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>

original article | UDC 633.63:631.816.3:581.132 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.06

FORMATION OF SUGAR BEET PRODUCTIVITY WITH APPLICATION OF BIOLAN GROWTH REGULATOR IN CENTRAL UKRAINE

H. A. Kulyk*

N. M. Trykina

V. O. Malakhovska

ORCID  [0000-0001-7062-3842](https://orcid.org/0000-0001-7062-3842)ORCID  [0000-0002-1805-2904](https://orcid.org/0000-0002-1805-2904)ORCID  [0000-0002-0284-8721](https://orcid.org/0000-0002-0284-8721)

Central Ukrainian National Technical University, 8, Universytetskyi Av., Kropyvnytskyi, 25006, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: galina_7443@ukr.net

How to Cite

Kulyk, H. A., Trykina, N. M., & Malakhovska, V. O. (2022). Formation of sugar beet productivity with application of Biolan growth regulator in Central Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 55–61. doi: 10.31210/visnyk2022.01.06

The issues of efficiency of Biolan growth regulator in sugar beet cultivation in the Central part of Ukraine are considered in the article. It is known that plant growth regulator is one of the factors increasing productivity of sugar beets. Growth regulators are recognized as products that in small doses can significantly increase productivity of root crops, which is economically feasible to use. To date, a significant amount of these products is accessible, and scientists are constantly conducting research to study most effective ones, their standards and combinations of applications in certain soil and climatic conditions. Each field crop has its own potential level of productivity, which is genetically determined. Plants can realize their productive potential if they have appropriate living conditions. One of such conditions is the use of growth regulators as preparations that occupy a prominent place in the technology of sugar beet cultivation and provide significant improvement in productivity, sugar content of root crops and conditional yield of sugar per unit area. We conducted research to study the effect of growth regulator Biolan on the formation of sugar beet productivity while using the product for both seed treatment and crop spraying. The application of Biolan growth regulator for sugar beet seed treatment under favorable weather conditions provides an increase in field germination by 10.9 %. According to the dynamics of growth of leaf surface area, we recorded an increase in the indicator due to the integrated application of Biolan growth regulator. Thus, for the period of the most active vegetation of the culture, the leaf surface area with the combined use of Biolan was 16.2 % more than the control. Application of Biolan growth regulator in the cultivation of sugar beets has increased the productivity of root crops. We found that the most effective composition was with seed treatment and spraying crops, where the increase in productivity was 3.8 t/ha, sugar content 0.4 % and sugar yield was 0.83 t/ha.

Key words: sugar beets, Biolan growth regulator, leaf surface area, root crop productivity.

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ БІОЛАН В ЦЕНТРАЛЬНІЙ УКРАЇНІ

Г. А. Кулик, Н. М. Трикіна, В. О. Малаховська

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

В статті розглянуті питання ефективності регулятора росту Біолан при вирощуванні цукрових буряків в умовах Центральної частини України. Як відомо, регулятори росту рослин є одним із чинників підвищення продуктивності цукрових буряків. Вони визнані препаратами, які в невеликих дозах здатні суттєво підвищити врожайність коренеплодів, що є економічно доцільним їх

застосування. На сьогоднішній день представлена значна кількість даних препаратів, і науковцями постійно проводяться дослідження з вивчення найбільш ефективних, їх норм та комбінацій застосування в певних ґрунтово-кліматичних умовах. Кожна польова культура має свій потенціальний рівень врожайності, який визначений генетично. Реалізувати свої продуктивні можливості рослини можуть за умови створення їм відповідних умов життя. Однією з таких умов - є застосування регуляторів росту як препаратів, які займають чільне місце в технології вирощуванні цукрових буряків і забезпечують достовірні покращення показників урожайності, цукристості коренеплодів та умовного виходу цукру з одиниці площі. Нами проводилися дослідження з вивчення впливу регулятора росту Біолан на формування продуктивності цукрових буряків при застосуванні препарату як для обробки насіння, так і обприскування посівів. Застосування для обробки насіння цукрових буряків регулятору росту Біолан за сприятливих погодних умов забезпечує підвищення польової схожості на 10,9 %. За показниками динаміки наростання площі листової поверхні нами зафіксовано підвищення показника за рахунок комплексного застосування регулятора росту Біолан. Так, на період найбільш активної вегетації культури площа листової поверхні при комбінованому застосуванні Біолану була на 16,2 % більше контролю. Застосування регулятора росту Біолан при вирощуванні цукрових буряків забезпечило підвищення продуктивності коренеплодів культури. Нами встановлено, що найбільш ефективною виявилася композиція з обробкою насіння і обприскування посівів культури, де прибавка врожайності була 3,8 т/га, цукристості 0,4 % та збору цукру 0,83 т/га.

Ключові слова: цукрові буряки, регулятор росту Біолан, площа листової поверхні, продуктивність коренеплодів.

Вступ

Підвищення урожайності сільськогосподарських культур неможливе без удосконалення технологій вирощування. Так, на сьогоднішній день одним з ефективних агротехнічних заходів зростання продуктивності цукрових буряків є застосування регуляторів росту рослин. Ці препарати використовують при вирощуванні всіх польових культур як для обробки насіння, так і для обприскування вегетуючих рослин. Про високу ефективність регуляторів росту на посівах різних польових культур свідчать дослідження ряду науковців, які стверджують, що препарати скорочують період вегетації, забезпечують густіший стеблостій у зернових культур, збільшують площу листової поверхні, посилюють здатність протистояти стресовим факторам і до того ж вони є безпечні для людини і навколишнього середовища [1–4].

За даними Заболотного О. І., Заболотної А. В., застосування регулятора росту Біолан для передпосівної обробки насіння огірків забезпечило збільшення показників товщини і довжини головного стебла та площу листків на 12-17 % [5].

При застосуванні регуляторів росту на посівах сільськогосподарських культур нівелюється дія екстремальних факторів навколишнього середовища.

Регулятори росту в малих дозах здатні впливати на проходження життєвих процесів в рослині. За їх рахунок більш інтенсивно відбувається наростання маси рослин і формується потужніша коренева система, і тому рослини краще засвоюють з ґрунту вологу та елементи живлення, збільшують продуктивність культур та покращують якість продукції.

За результатами багаторічних досліджень встановлено, що регулятори росту також мають здатність цілеспрямовано впливати на рослинний організм і за рахунок цього більш повно реалізувати потенційні можливості сортів і гібридів польових культур [6–8].

Велику зацікавленість викликають препарати, які забезпечують адаптацію рослин до змін умов навколишнього середовища (перепадів температури, недостатньої кількості вологи, інгібуючої дії пестицидів, ураження хворобами та шкідниками).

Як зазначалося, регулятори росту застосовують як для обробки насіння, так і в період вегетації культури. При передпосівній обробці насіння препарати сприяють збільшенню енергії проростання та польової схожості насіння. За рахунок дії регуляторів росту утворюється більша кількість вторинних коренів у рослин і, як наслідок, збільшується маса кореневої системи. Так, обробка насіння столових буряків регулятором росту Марс EL забезпечила підвищення польової схожості на 9,1–9,4 % [9].

Регулятори росту підвищують продуктивність сільськогосподарських культур за рахунок здатності прискорювати поділ клітин, підвищувати проникність міжклітинних мембран, що

прискорює всі життєві процеси і це призводить до кращого засвоєння добрив, проходження фотосинтезу і т.д. [10, 11].

За результатами наукових досліджень встановлено, що застосування регуляторів росту при вирощуванні цукрових буряків забезпечує підвищення вмісту хлорофілу в листових пластинках від 0,03–0,09 % до 0,12–0,19 % [12], урожайності коренеплодів в середньому на 15–19 %, цукристості на 0,1–0,5 %; при обробці садивного матеріалу на 11,5 % збільшується врожайність насіння та в 1,5 рази зменшується враження хворобами [13–16].

Таким чином, згідно наведених наукових досліджень по застосуванні регуляторів росту, бачимо, що їм належить значна роль у формуванні продуктивності сільськогосподарських культур, в тому числі і цукрових буряків. Оскільки, ці препарати по-різному проявляють свою дію, вивчення їх в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є питанням актуальним.

Метою досліджень є визначити вплив регулятора росту Біолан на формування продуктивності буряків цукрових в умовах Центральної України.

Завданням досліджень передбачалося дослідити вплив регулятора росту Біолан на показники польової схожості насіння, динаміки площі листової поверхні та продуктивності коренеплодів.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили протягом 2017–2020 років в умовах Центральної частини України на чорноземах звичайних глибоких середньогумусних. Вони мають добрі фізичні властивості, нейтральну реакцію ґрунтового розчину, з вмістом гумусу 4,6 %, великою буферною здатністю.

Погодні умови періоду вегетації цукрових буряків в роки досліджень характеризувалися недостатньою кількістю опадів та нестабільною температурою.

Застосовували регулятор росту Біолан для передпосівної обробки насіння в нормі 25 мл/т, для обробки вегетуючих рослин у фазу змикання рядків у міжряддях в нормі 20 мл/га та комплексно для передпосівної обробки насіння в нормі 25 мл/т + для обробки вегетуючих рослин у фазу змикання рядків у міжряддях в нормі 20 мл/га. За контроль слугував варіант без обробки регулятором росту.

Технологія вирощування цукрових буряків була типовою для Центральної України. Всі обліки і спостереження проводили згідно загальноприйнятих методик [17, 18]. Отримані результати досліджень піддавалися математичній обробці методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерної програми.

Результати досліджень та їх обговорення

Нашими дослідженнями передбачалося встановити вплив регуляторів росту на польову схожість, динаміку наростання площі листової поверхні, продуктивність цукрових буряків. Як відомо, цукрові буряки мають невисоку польову схожість, яка на сьогодні знаходиться в межах 55–70 %, а застосування регуляторів росту сприяє підвищенню її на 10–20 % [19].

Так, згідно наших досліджень, польова схожість насіння цукрових буряків у варіанті з використанням регулятору росту Біолан була більшою на 10,9 % порівняно до контролю і становила 88,7 %.

Як стверджують Тагієв Р. А., Мухтарова Л. С. [20], при обробці насіння регуляторами росту, з'являються дружні сходи, проростки стають більш сильними, рослини краще розвиваються, інтенсивніше проходить фотосинтез і збільшується площа листової поверхні культури.

Загальна площа наростання листової поверхні визначається процесом наростання нових листків і відмиранням старих. На цей показник можна впливали різними агроприйомами і один з них – застосування регуляторів росту.

Відомо, що у цукрових буряків площа асиміляційної поверхні досягає 40 тисяч м² на 1 га, і рослини мають добре розвинений листовий апарат, який забезпечує найбільшу масу коренеплоду. За період вегетації культури необхідно слідкувати, щоб рослини мали розвинені листки з оптимальною площею поверхні.

Як свідчать результати досліджень [10, 21], застосування регулятора росту разом з гербіцидами сприяє збільшенню асиміляційної поверхні у ячменю. За даними досліджень Олексій Л. М. [22], застосування регулятора росту Біолан для обробки посівів цукрових буряків збільшує площу листової поверхні на період збирання коренеплодів на 232 см²/рослину.

За наведеними даними площі листової поверхні при різних способах застосування регулятора росту Біолан відмічено збільшення показника відносно контролю. За біологічними особливостями

цукрових буряків площа листової поверхні зростає до середини серпня, а потім починає зменшуватися, проходить поступове відмирання листків нижнього ярусу, культура вступає у фазу технічної стиглості.

За результатами обліків площі листової поверхні нами також відмічено збільшення показника до середини серпня, а потім спостерігається тенденція до його зменшення (рис. 1).

Слід зазначити, що при застосуванні регулятора росту Біолан різними способами показник площі листової поверхні був більшим порівняно до контролю. Аналізуючи площу листової поверхні рослин бачимо, що інтенсивніший ріст протягом вегетації культури зафіксовано при комплексному застосуванні регулятора Біолан. Так, на період обліку 20 червня вона склала 9,7 дм²/рослину, на 10 серпня – 49,6 дм²/рослину, а 10-го вересня – 46,8 дм²/рослину, тоді як у контролі відповідно 8,7; 42,7 та 38,3 дм²/рослину.

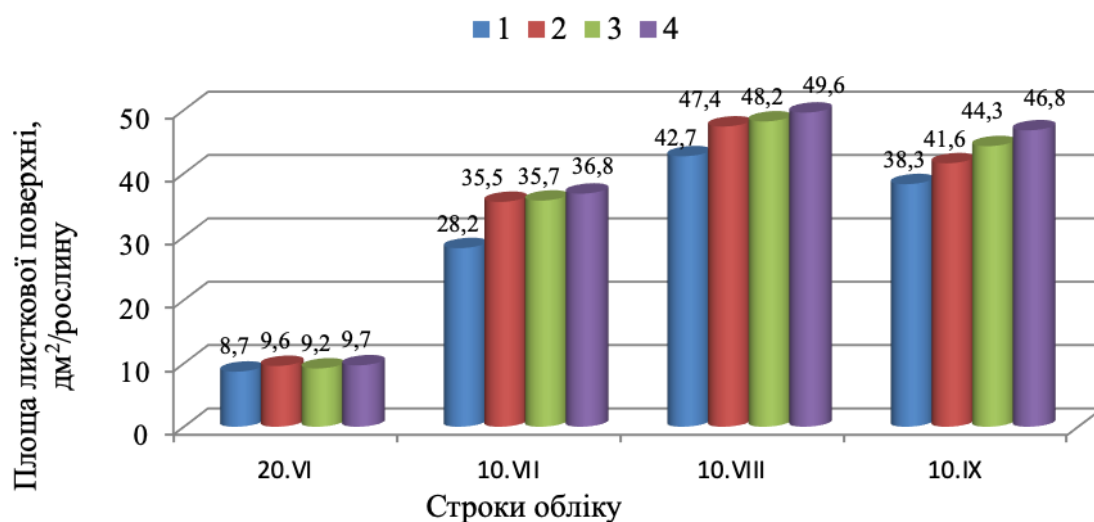


Рис. 1. Динаміка наростання площі листової поверхні цукрових буряків залежно від регулятора росту Біолан (середнє 2017–2020 рр.)

Слід зазначити, що при застосуванні регулятора росту Біолан різними способами показник площі листової поверхні був більшим порівняно до контролю. Аналізуючи площу листової поверхні рослин бачимо, що інтенсивніший ріст протягом вегетації культури зафіксовано при комплексному застосуванні регулятора Біолан. Так, на період обліку 20 червня вона склала 9,7 дм²/рослину, на 10 серпня – 49,6 дм²/рослину, а 10-го вересня – 46,8 дм²/рослину, тоді як у контролі відповідно 8,7; 42,7 та 38,3 дм²/рослину.

Дещо менші показники зафіксовані у варіантах з обробкою насіння Біоланом та обприскуванням посівів відносно дворазового використання препарату.

Так, на період обліку 20 червня обробка насіння Біоланом забезпечила площу листової поверхні 9,6 дм²/рослину, а 10 липня вона збільшилася до 35,5 дм²/рослину, найбільша величина була відмічена 10 серпня – 47,4 дм²/рослину, і на строк 10 вересня показник зменшувався і склав 41,6 дм²/рослину.

Аналогічна залежність нами зафіксована при обробці вегетуючих рослин регулятором росту.

Отже, згідно наведених результатів досліджень найбільшу площу листової поверхні цукрові буряки мали в період активної вегетації і кращі показники забезпечив Біолан при дворазовому застосуванні: для обробки насіння і для обприскування посівів.

Відомо, що стимулювання росту і розвитку рослин сприяє підвищенню урожайності цукрових буряків.

За результатами наукових досліджень, застосування регулятора росту Біолан значно впливає на збільшення показників продуктивності польових культур [1, 2, 23]. За даними Олексій Л. М. [24] при вирощуванні цукрових буряків з насіння обробленого регулятором росту Біолан урожайність коренеплодів була на рівні 51,6 т/га, цукристість до 16,8 % та умовний вихід цукру 8,6 т/га, а при обробці посівів показники становили 50,8 т/га, 16,7 % та 8,5 т/га відповідно.

Аналізуючи результати урожайності коренеплодів слід відмітити, що при застосуванні регулятора росту Біолан показник був на 2,3–3,8 т/га або 5,8–9,6 % більше контролю (табл. 1).

Суттєву прибавку в 5,0 т/га відносно контролю отримали у варіанті з дворазовим застосуванням препарату. У варіанті з обприскуванням посівів прибавка урожайності коренеплодів знаходилася в межах похибки досліду.

1. Продуктивність коренеплодів цукрових буряків залежно від застосування регулятора росту Біолан (середнє 2017–2020 рр.)

Варіанти	Урожайність		Цукристість		Збір цукру	
	т/га	± до контролю	%	± до контролю	т/га	± до контролю
1. Контроль (без регулятора росту)	39,7	-	17,3	-	6,87	-
2. Біолан – 25 мл/т	42,0	2,3	17,5	0,2	7,35	0,48
3. Біолан, – 20 мл/га	42,8	3,1	17,5	0,2	7,49	0,62
4. Біолан, 25 мл/т + 20 мл/га	43,5	3,8	17,7	0,4	7,70	0,83
НІР ₀₅	3,1		0,33		0,79	

Цукристість коренеплодів залежить як від зовнішніх факторів, так і від агротехнічних прийомів. За рахунок застосування регулятора росту Біолан нами відмічено позитивний вплив на накопичення цукру в коренеплодах.

У варіантах, де застосовували регулятор росту Біолан, цукристість коренеплодів була на 0,2–0,4 % більше контрольного варіанту. Достовірну різницю до контролю ми отримали при дворазовому використанні препарату, яка склала 0,4 %. У решті варіантів відмічена тенденція до збільшення показника.

Інтегральним показником продуктивності цукрових буряків є збір цукру з одиниці площі, який залежить від величини врожайності та цукристості коренеплодів.

Застосування регулятора росту Біолан забезпечило збільшення збору цукру на 0,48–0,83 т/га відносно контролю. В середньому за роки досліджень найбільший показник збору цукру отримали при дворазовому застосуванні препарату, який склав 7,70 т/га, тоді як у контролі лише 6,87 т/га.

Висновки

На основі проведених досліджень нами підтверджено підвищення продуктивності цукрових буряків за рахунок застосування регулятора росту Біолан.

Вирощування цукрових буряків з дворазовим застосуванням препарату Біолан дає можливість забезпечити дружну появу сходів з більш стійкими проростками, інтенсивніше наростання площі листової поверхні та в цілому підвищення продуктивності культури.

Так, польова схожість рослин за рахунок обробки насіння регулятором росту Біолан зросла на 10,9 % відносно контролю.

Регулятор росту Біолан забезпечує найбільшу інтенсивність площі листової поверхні протягом вегетації цукрових буряків. В середньому за роки досліджень на кінець вегетації культури площа збільшилася на рослинах цукрових буряків, де комплексно застосовували регулятор росту Біолан на 16,2 % порівняно з контролем. При застосуванні регулятора росту для обробки насіння показник був більше контролю на 11 % і при обприскуванні посівів на 12,8 %.

Серед досліджуваних варіантів більш ефективним було комплексне використання регулятора росту Біолан, де прибавка урожайності коренеплодів склала 3,8 т/га, цукристості 0,4 % та збору цукру з одиниці площі 0,83 т/га.

Перспективи подальших досліджень. Отримані результати досліджень підтвердили ефективність і доцільність застосування регулятора росту Біолан при вирощуванні цукрових буряків. Дослідження по застосуванню регуляторів росту різними способами і комбінаціями будуть вивчатися надалі при вирощуванні культури в Центральній частині України.

References

1. 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. doi: 10.31210/visnyk2021.02.02

2. Ishchenko, V. A. (2021). Effect of applying growth regulators on yield and formation of productivity elements of spring barley plants in the conditions of the Steppe zone of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 81–85. doi: 10.31210/visnyk2021.02.10
3. Gorobets, M. V., Pysarenko, P. V., Chaika, T. O., Mishchenko, O. V., & Krykunova, V. Y. (2021). Influence of plant growth regulators on ontogenesis of spring barley varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 106–115. doi: 10.31210/visnyk2021.01.12
4. Kotchenko, M. V., Sichevii, V. V., & Kulyk, I. O. (2017). Zastosuvannya biopreparatu Biolan pry vyroshchuvanni hibrydiv kukurudzy riznykh morfotypiv v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Peredhirne ta Hirske Zemlerobstvo i Tvarynnystvo*, 62, 81–90. [In Ukrainian].
5. Zabolotnyi, O. I., & Zabolotna, A. V. (2015). Efektyvnist zastosuvannya rehulatoriv rostu pry vyroshchuvanni ohirka. *Molodyi vchenyi*, 2 (17), 32–35. [In Ukrainian].
6. Sydiakina, O. V., & Mielieshko, I. V. (2020). Vykorystannya riststymuliuiuchykh rehovyn u tekhnologii vyroshchuvannya kukurudzy na zerno. *Perspektyvni napriamy ta innovatsiini dosiahnennia ahrarnoi nauky: Materialy II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii, prysviachenoi vydatnomu vchenomu, vykladachu, orhanizatoru silskohospodarskoho vyrobnytstva, zasnovnyku Khersonskoho zemskoho silskohospodarskoho uchylyshcha, kandydatu silskoho hospodarstva i lisivnytstva K.I. Tarkhovu. Kherson*. [In Ukrainian].
7. Hryhor'ieva, O. M. (2013). Urozhainist ta yakist zerna soi zalezno vid obrobittu gruntu, udobrennia ta biopreparativ v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Silskohospodarska mikrobiologhiia*, (17), 138–147. [In Ukrainian].
8. Hrytsaienko, Z. M. (2007). Vplyv herbitydiv i rehulatora rostu Biolanu na rostovi protsesy ozymoho trytykale. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 2 (52), 16–21. [In Ukrainian].
9. Okrushko, S. Y. (2019). Vplyv rehulatora rostu Mars EL na formuvannya vrozhaivosti hibrydiv buriaka stolovoho. *Molodyi Vchenyi*, 9 (73), 232–235. doi: 10.32839/2304-5809/2019-9-73-50 [In Ukrainian].
10. Prytuliak, R. M. (2008). Fotosyntetychna produktyvnist posiviv ozymoho trytykale za dii herbitydiv Primy i Pamy super, vnesenykh rozdilno i v bakovykh sumishakh z rehulatorom rostu roslyn Biolanom. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomor'ia*, 3 (46), 185–192. [In Ukrainian].
11. Konovalenko, L. I., Morhunov, V. V., & Petrenko, K. V. (2013). Efektyvnist riznykh rehulatoriv rostu roslyn ta biopreparativ v umovakh Stepu. *Ahroekologichnyi Zhurnal*, 2, 51–56. [In Ukrainian].
12. Ivanina, V. V., Shapovalenko, R. M., & Dubovyi, Y. P. (2019). Growth regulators to increase sugar beet productivity. *Advanced Agritechnologies*, (7), 7–7. doi: 10.47414/na.7.2019.204810
13. Olekshij, L. M. (2012). Rehulatory rostu v intensyvni tekhnologii vyroshchuvannya tsukrovyykh buriakiv. *Zbirnyk Naukovykh Prats Instytutu Bioenerhetychnykh Kultur i Tsukrovyykh Buriakiv*, 14, 306–309. [In Ukrainian].
14. Olekshij, L. M. (2013). Efektivnist obrobki nasinnia czukrovix buriakiv rist reguluyuchimi preparatami. *Czukrovi Buryaki*, 1, 19–21. [In Ukrainian].
15. Kulyk, H. A., Reznichenko, V. P., Trykina, N. M., & Malakhovska, V. O. (2020). Effectiveness of applying growth regulators at sugar beet cultivation in the Central Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 43–49. doi: 10.31210/visnyk2020.02.05
16. Smirnykh, V. M., Tyshchenko, M. V., Filonenko, S. V., Liashenko, V. V., & Nikitin, M. M. (2018). Plant growth regulator «Grainaktiv-S» improves the seeds of sugar beets. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 50–55. doi: 10.31210/visnyk2018.03.08
17. Ovcharuk, O. V., & Ovcharuk, V. I. (2019). *Metody analizu v ahronomii ta ahroekologii: navchalnyi posibnyk*. Kam'ianets-Podilskyi: TNEU, PDATU, TsNTU [In Ukrainian].
18. Roik, M. V., Hizbullin, N. H., Sinchenko, V. M., & Prysiazhniuk, O. I. (2014). *Metodyka provedennia doslidzen u buriakivnytstvi*. Kyiv: FOP Korzun D. I. [In Ukrainian].
19. Karpuk, L. M. (2008). Vplyv sposobiv pidhotovky nasinnia na polovu skhozhist ta rivnomirnist rozmishchennia tsukrovyykh buriakiv. *Zbirnyk Naukovykh Prats*, 10, 211–216. [In Ukrainian]
20. Tagiev, R. A., & Muxtarova, L. S. (1984). *Primenenie biopreparatov v selskoxozyajstvennom proizvodstve*. Moskva: Kolos [In Russian]
21. Hrytsaienko, Z. M., & Cherneha, A. O. (2010). Formuvannya asymiliatsiinoi poverkhni ta syntez khlorofilu u lystkakh yachmeniu ozymoho pid vplyvom rehulatora rostu Biolan ta herbitydu Kalibr 75. *Ahrobiologhiia: Zbirnyk Naukovykh Prats*, 3 (74), 50–53. [In Ukrainian]

22. Olekshij, L.M. (2013). Efektivnist` obrobki nasinnya czukrovix buryakiv rist reguluyuchimi preparatami. *Czukrovi Buryaki*, 1 (91), 19–21. [In Ukrainian]

23. Hrytsaienko, Z. M., Hrytsaienko, A. O., Karpenko, V. P., Hrytsaienko, A. O., Karpenko, V. P., Leontiuk, I. B., Holodryha, O. V., & Zabolotnyi, O. I. (2006). Biologichni protsesy i produktyvnist silskohospodarskykh kultur pry zastosuvanni khimichnykh i biologichnykh preparativ ta shliakhy zmenshennia herbitsydnogo navantazhennia na navkolyshnie seredovyshche. *Vcheni vyshchoi shkoly Ukrainy – selu. Pratsi mizhnarodnoi naukovoï konferentsii. Uman* [In Ukrainian].

24. Olekshii, L. M. (2017). Produktyvnist buriakiv tsukrovyykh zalezno vid zastosuvannia rehulatoriv rostu ta mikrodobryv u Pravoberezhnii chastyni Lisostepu Ukrainy. *Candidate's thesis*. Instytut bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv Natsionalnoi Akademii Ahrarnykh Nauk, Kyiv [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 18.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кулик Г. А., Трикіна Н. М., Малаховська В. О. Формування продуктивності цукрових буряків при застосуванні регулятора росту Біолан в Центральній Україні. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 55–61.

© Кулик Галина Андріївна, Трикіна Наталя Миколаївна,
Малаховська Валентина Олександрівна, 2022

Agriculture.
Plant growingBULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMYISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>

review article | UDC 595.78:632:633.34(477.4) | doi: 10.31210/visnyk2022.01.07

LEPIDOPTERAN PESTS OF SOYBEAN IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

A. V. Chykhrai*

ORCID  [0000-0003-3861-2646](https://orcid.org/0000-0003-3861-2646)

S. M. Mostoviak

ORCID  [0000-0001-8322-8710](https://orcid.org/0000-0001-8322-8710)

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

*Corresponding author

E-mail: chyhrau@gmail.com

How to Cite

Chykhrai, A. V., & Mostoviak, S. M. (2022). Lepidopteran pests of soybean in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 62–68. doi: 10.31210/visnyk2022.01.07

In recent years, there has been a significant increase in sown areas under soybeans. This crop is a valuable food and fodder crop. Grain contains from 40 to 55 % of proteins that digested by humans and animals, up to 26 % of fats, about 30 % of carbohydrates and a significant amount of vitamins. Soybean crops on the globe occupy about 120 million hectares, and grain production has exceeded 300 million tons. Soybeans are the world's leading crop in terms of yield, it is about 30 kg/ha. To obtain high yields, it is necessary to use pest control systems. On the soybeans, develop about 114 species of pests that can significantly reduce its yield and grain quality. Therefore, the aim of our article was to review the literature on the harmfulness of lepidopteran pests that develop on soybean crops. Analysis of the literature showed that soybeans are harmful to almost all species, but the most numerous are Orthoptera, Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera and Acariformes. At the same time, a great danger among the harmful soy entomocomplex in Ukraine is the complex of lepidopteran pests, which according to various data is about 40 % of the harmful soy entomocomplex. There is also evidence that due to global warming, the harmfulness of insects in crops of soybeans and other crops will only increase, there will be an expansion of their range. There is evidence that with increasing air temperature, lepidopteran pests and species diversity and numbers predominate in the soybean etomocomplex. The most dangerous species include *Etiella zinckenella* Tr., *Margaritia sticticalis* L., *Vanessa cardui* L. and a group of leaf-eating moths, namely *Chloridea viriplaca* Hfn., *Helicoverpa Armigera* Hfn., *Autographa gamma* L., *Mamestra brassicae* L., which are harmful to different years can range from 30% to 90% of crop yields. In addition, there are reports that in recent years, the dominant pest in soybean crops has become *Vanessa cardui* L., which previously did not harm. There is an expansion of the range of *Vanessa cardui* L. in Ukraine. Its appearance is observed in Polissya, the weather conditions of which are atypical for this butterfly. As we can see, the species composition and development of lepidopteran pests in soybean crops constantly varies, depending on weather conditions and the expansion of the range of harmful species of lepidopteran pests that have not previously harmed the crop. Therefore, our task is to record and monitor the harmful entomocomplex of soybeans, focusing on lepidopteran pests, which under favorable conditions can lead to significant crop losses.

Key words: soybean, Lepidopteran pests, plant protection, harmful entomocomplex, phytosanitary condition

ЛУСКОКРИЛІ ШКІДНИКИ СОЇ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

А. В. Чухрай, С. В. Мостов'як

Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

Останніми роками спостерігається суттєве збільшення посівних площ зайнятих під соєю. Ця культура є цінною продовольчою та кормовою культурою. Зерно містить від 40 до 55 % білків, які легко засвоюються організмом людини і тварин, до 26 % жирів, близько 30 % вуглеводів і досить значну кількість вітамінів. Посіви сої на земній кулі займають біля 120 млн. га, а виробництво зерна перевищило 300 млн. т. Соя є провідною культурою в світі за урожайністю, вона становить біля 30 ц/га. Для отримання високих врожаїв необхідно застосовувати системи захисту від шкідливих організмів. Як відомо, на сої розвивається біля 114 видів шкідливих організмів, що можуть істотно зменшувати її врожайність та якість зерна. Тому, метою нашої статті був огляд літератури про шкідливість лускокрилих комах, що розвиваються на посівах сої. Аналіз даних літератури показав, що сої шкодять представники майже всіх рядів, але найбільш чисельними є Orthoptera, Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera та Acariformes. При цьому велику небезпеку серед шкідливого ентомокомплексу сої в умовах України становить комплекс лускокрилих шкідників, що за різними даними становить близько 40% від шкідливого ентомокомплексу сої. Є також дані, що через потепління клімату шкідливість комах в посівах сої та інших сільськогосподарських культур буде тільки збільшуватиметься, відбуватиметься розширення їхнього ареалу. Є дані, що із зростанням температури повітря лускокрилі шкідники за видовою різноманітністю та чисельністю переважають в ентомокомплексі сої. До найбільш небезпечних видів відносять *Etiella zinckenella* Tr., *Margaritita sticticalis* L., *Vanessa cardui* L. та групу листогризутих совок, а саме *Chloridea viriplaca* Hfn., *Helicoverpa armigera* Hfn., *Autographa gamma* L., *Mamestra brassicae* L., шкода від яких у різні роки може коливатись від 30 % до 90 % врожаю культури. Крім того, є повідомлення про те, що останніми роками домінуючим шкідником у посівах сої став сонцевик будяковий (чортополохівка) (*Vanessa cardui* L.), який раніше зовсім не шкодив. Спостерігається розширення ареалу *Vanessa cardui* L. на території України. Його поява спостерігається на території Полісся, погодні умови якого є нетиповими для цього метелика. Як бачимо, видовий склад та розвиток лускокрилих шкідників в посівах сої постійно варіює, що залежить від погодних умов та розширення ареалу шкідливих видів лускокрилих, що раніше не шкодили культурі. Тому нашим завданням є обліки та спостереження за шкідливим ентомокомплексом сої, з акцентуванням уваги на лускокрилих шкідниках, які за сприятливих умов можуть призвести до значних втрат врожаю.

Ключові слова: соя, лускокрилі шкідники, захист рослин, шкідливий ентомокомплекс, фітосанітарний моніторинг.

Соя – стратегічна та високорентабельна культура. Суттєве зростання посівних площ і валових зборів свідчить про її надзвичайно важливу роль у світі та аграрному секторі України. Її виробництво в нашій державі значно збільшилося, що пов'язано з значним розширенням її використання: харчове, кормове, технічне і медичне [1, 2], крім того високі потреби експортного ринку.

Соя має вагомe агротехнічне значення. У процесі вегетації її рослини поліпшують фізичні та хімічні властивості ґрунту, підвищують її родючість. Соя не потребує внесення мінерального азоту, оскільки на 60–70 % забезпечує себе цим елементом завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями. До того ж після її збирання в ґрунті залишається від 40 до 80 кг/га легкодоступного азоту, який використовується рослинами наступних у сівозміні культур. Отже, соя є одним з найкращих попередників для зернових, кормових та інших культур [3].

У зв'язку з тим, що попит на зерно сої постійно підвищується, колективні та фермерські господарства з кожним роком розширюють її посівні площі, нерідко порушуючи науково обґрунтовану сівозміну, в таких господарствах сою вирощують на одному полі декілька років поспіль, а насиченість сівозміни культурою перевищує 60 % [4]. При цьому повторний посів соя не витримує, тому що відбувається «виснаження ґрунту», загнивання пророщеного насіння, гине сходи, зменшуються розміри та активність симбіотичного апарату, а також поля, сильно прополуються, накопичуються та поширюються шкідники та хвороби [5].

Аналіз фітосанітарного стану посівів сої в Україні свідчить про подальше його погіршення. Ця тенденція найбільш вірогідна в спеціалізованих господарствах, де сівозміни перенасичені культурами, що мають спільних збудників хвороб і шкідників [6].

За даними літератури на сої виявлено біля 114 видів шкідників, із них комах – 96,5 %, слимаків – 2,6 %, та кліщів – 0,9 %. За трофічними особливостями поліфагів – 86 %, олігофагів – 14 %, вузькоспеціалізованих видів немає. Рослини сої пошкоджуються протягом усього вегетаційного періоду, а в сприятливі для розвитку шкідників роки пошкодження може сягати 90 % [7].

Серед найпоширеніших видів шкідників найбільшої шкоди завдають: акацієва вогнівка, павутинний кліщ, лучний метелик, клопи щитники, люцернова, бавовникова, гамма та інші совки [8].

Останніми роками для посівів сої в умовах України становить серйозну небезпеку комплекс листогризух совок: люцернова, бавовникова, совка-гамма, капуста тощо. Втрата врожаю від них сягає 30 %. Гусениці цих фітофагів пошкоджують паростки, стебла, листки, боби та зерно. Порогом шкідливості, при цьому, для підгризаючих совок є наявність 1–3 особин/м² [9].

За даними різних вчених, шкодять посівам сої представники майже всіх рядів, але найбільш чисельними є Orthoptera, Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera та Acariformes [10]. В відсотковому відношенні найбільшу кількість видів займає ряд лускокрилих (*Lepidoptera*) – 38,0 %; дещо менше – 22,0% акариформні кліщі (*Acariformes*), бахромчастокрилі (*Thysanoptera*) – 17,0 %, напівтвердокрилі (*Hemiptera*) – 10,0 %, представники ряду рівнокрилі (*Homoptera*) – 5,0 %, прямокрилі (*Orthoptera*) – 5,0 % та 3,0 % – твердокрилі (*Coleoptera*). Домінуючими видами при цьому були метелик лучний (*Pyrausta sticticalis* L.) – 15 екз./м², трипс тютюновий (цибулевий) (*Thrips tabaci* Lind.) – 50 екз./м², звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.) – 47 екз./рослину, сонцевик будяковий (чортополохівка) (*Vanessa cardui* L.) – від 2 до 5 екз./м² [11].

Сторчоус І. також стверджує, що наразі через потепління клімату шкідливість комах тільки збільшуватиметься, відбуватиметься й розширення їхнього ареалу, в тому числі й інвазійних шкідливих комах, які живляться рослинами сої [12].

В літературі є дані, що із зростанням температури повітря лускокрилі шкідники за видовою різноманітністю та чисельністю переважають в етомокомплексі сої. Так, за даними Дудченко В. В., Стригуна О. О. та ін., у період вегетації у посівах сої в умовах рисових чеків найчисельнішими були представники ряду Лускокрилих (*Lepidoptera*), зафіксовано шість видів: метелик лучний (*Margaritia sticticalis* L.); сонцевик будяковий (чортополохівка) (*Vanessa cardui* L.); совка-гамма (*Autographa gamma* L.); совка люцернова (*Chloridea viriplaca* Hfn.); совка бавовникова (*Helicoverpa armigera* Hfn.); вогнівка акацієва (*Etiella zinckenella* Tr.) [13].

Кожен шкідник здійснює свій вплив на культуру: пошкоджує певні частини рослини, діє у різні фази та має не однаковий відсоток шкідливості [14]. Різні види комах з родини совок, вогнів, листовійок пошкоджують трійчасті листки культури. Найбільш розповсюджений на листочках сої шкідник – гусениці совки-гамми. Найуразливіші фази – період формування генеративних органів та наливання зерна. У деякі роки дуже небезпечною є гусениці другого та третього покоління акацієвої вогнівки, яка пошкоджує зерно сої. Перше покоління шкідника розвивається на жовтій та білій акації [15].

Виходячи з даних вище, можна зробити висновок, що лускокрилі шкідники є небезпечними для посівів сої та можуть спричиняти великі втрати врожаю.

Шкода спричинена акацієвою вогнівкою (*Etiella zinckenella* Tr.) може досягати 90 % врожаю сої. Збільшенню ареалу і шкідливості вогнівки сприяє потепління клімату та необроблені землі, де формуються резервації вогнівки. Спрощення традиційної культури землеробства, особливо агротехнічних прийомів, також сприяє кращому виживанню шкідника. Акацієва вогнівка, небезпечна тим, що пошкоджує боби і насіння ІІІ типу, коли залишається менше половини зернівки, втрачаються товарні та посівні якості, посилюється ураженість фітопатогенами. [16].

Посівам сої шкодять гусениці другої генерації. На пошкоджених бобах помітні невеликі отвори діаметром не більш 2 мм, відкриті або злегка затягнуті ледь помітною павутинкою, характерною ознакою є наявність екскрементів [17].

За даними Н. Лутицької, С. Станкевича, О. Романова та інших, проведених в 2018–2020 роках у ДП «Дослідне господарство «Елітне», Харківського району Харківської області показали наявність гусениць акацієвої вогнівки та пошкоджених бобів. Кількість гусениць на рослинах сої у 2018 році становила від 2 до 29 екз./100 рослин, у 2019 році – від 2 до 22 екз./100 рослин, у 2020 році – від 2 до 21 екз./100 рослин. При цьому було виявлено пошкодження бобів і насіння. У 2018 році відсоток

збитків коливався від 0,3 % до 3,7 %, у 2019 році від 0,2 % до 0,9 % і в 2020 році від 0,6 % до 1,8 %. Відсоток пошкодженого насіння становив: у 2018 році – від 0,2 % до 3,4 %, у 2019 році – від 0,1 % до 0,8 % та у 2020 році – від 0,6 % до 1,8 % [18].

Не менш шкідливим видом для сої та багатьох культур є лучний метелик (*Margaritia sticticalis* L.). Його ареал поширення охоплює значні території в Європі, Азії та Північній Америці. За масового розмноження майже усі дводольні польові та овочеві культури, сходи озимих, а також кущові насадження в садах, плодкових і лісових розсадниках [19]. Лучний метелик у період масового розмноження здатний спричинити зниження урожаю на 40 %. Гусениці молодших віків виїдають тканини листків, не пошкоджуючи епідерміс, обплітають листки кормових рослин павутинкою, а старших віків живляться відкрито, скелетуючи і грубо об'їдаючи листки, стебла та генеративні органи рослин [20].

Сезонна, річна та багаторічна динаміка чисельності комах свідчить про постійні циклічні зміни в структурі. Довгострокові зміни чисельності комах, що повторюються з часом, отримали назву популяційних циклів [21].

Існує певна циклічність спалахів масового розмноження і льоту лучного метелика, яку пов'язують із періодичністю сонячної активності. Такі спалахи відбуваються з періодичністю в 6–12 років. У лучного метелика виділяють два типи міграції. Перший пов'язаний з перельотом метеликів на відстань до 20–25 км для харчування на квітучій рослинності і відкладання яєць. Другий – із перенесенням метеликів на далекі відстані (до 1000 км) повітряною течією і несподіваною їх появою в малозаселених місцях і полях. Другий тип міграції лучного метелика завдає значної шкоди культурним рослинам в Лісостепу і на півночі степової зони. Гусениці всеїдні і ушкоджують кукурудзу, соняшник, буряки, сою та інші культури [22]. Проте, останнім часом в літературі мало повідомлень про його шкідливість на посівах сої.

За повідомленнями у літературі, останніми роками домінуючим шкідником у посівах сої став сонцевик будяковий (чортополохівка) (*Vanessa cardui* L.), який раніше зовсім не шкодив. В Україні метелик поширений повсюдно, але відноситься до номінативного підвиду. Мігрант. Пошкоджує сою, соняшник, ріпину, бавовник, коноплю, буряк, зернобобові, овочеві, баштанні та інші культури, з бур'янів – кропиву, осот, чортополох, будяк, татарник [23].

За даними Білявського Ю. В. серед комплексу шкідників сої значну шкоду посівам завдає домінуючий вид – сонцевик будяковий. Інвазія шкідника в Полтавську область відбулася внаслідок поступового просування метелика з півдня країни на північ. Чисельність метеликів під час його досліджень на полях сої була в межах 3–5 особин у полі зору до 20 метрів. На краях полів за наявності лісозахисних смуг їх кількість сягала 10 і більше особин. Кількість гусениць на цих ділянках була, в середньому, в межах 3–5 особин/м², швидкість руху метеликів досить висока. Заселення посівів сої максимально відбувалося на краєвих смугах полів за наявності поблизу дерев і кущів [24].

Спостерігається подальше поширення та заселення *Vanessa cardui* L. нових територій в Україні, спостерігається його поява на території Полісся, погодні умови якого є нетиповими для цього метелика. Шкідника на посівах сої та деяких бур'янах спостерігали у Вінницькій, Львівській, Рівненській, Тернопільській, Хмельницькій та Чернівецькій областях (40–68 % рослин). Максимальне заселення шкідником відмічали у Рівненській області, де в окремих вогнищах пошкоджувалось 45–80 % рослин з чисельністю 9–16 особ./м². В інших областях заселення шкідником у середньому було до 30% (перше покоління) площ при чисельності 1–3 особ./м² та пошкоджені в середньому 3,0–11,6 %. Інтенсивність льоту була висока і складала 15–26 особин в полі зору за 10 хвилин. Діяльність другого покоління мала відповідно наступні показники – 15,5 %, 2,0 особ./м², 2,8 % рослин. Інтенсивність льоту складала 8–10 особ./м² за 10 хвилин в полі зору. У Івано-Франківській області взагалі цей шкідник був вперше відмічений у посівах сої [25].

Масові розмноження й скупчення сонцевика в Україні спеціально не вивчали. Проте є різні припущення щодо того, що основною причиною їхнього масового розмноження є багаторічна, беззмінна виснажлива монокультура соняшнику, недотримання вимог щодо сівозміни і, головне, – знищення природних резерватів комах-паразитів, що стримували розвиток сонцевика. Адже, винищивши гербіцидами будяки, люди власноруч створили сприятливі умови для селекції популяцій, які добре живляться молодими рослинами соняшнику [26].

Комплекс листогризухих совок в посівах сої спричиняє вагому часту втрат врожаю сої. На посівах сої домінуючими є такі види совок, як: бавовникова, совка-гамма, люцернова. Гусениці цих совок

скелетують листя сої, проїдають у них отвори та грубо об'їдають їх, зменшуючи асиміляційну здатність, що пригнічує розвиток рослин. Без застосування засобів захисту від них пошкодженість рослин через місяць після закладання дослідів зросла від 3,0 % до 41,9 % у середньому і сильному ступенях. Що свідчить про серйозну небезпеку для сої [27].

Шкодять совки в різних етапах органогенезу. У фазу 2–3 справжні листки небезпеку для сої становлять озима (*Scotia segetum* Schiff.) та оклична совки (*Scotia exclamationis* L.). Наступна масова поява листогризух совок спостерігається в період цвітіння – совка-гамма (*Autographa-gamma* L.), совка С-чорне (*Amathes C-nigrum* L.), оклична совка (*Scotia exclamationis* L.) та інші види метеликів [28].

За даними Чайки В. М. та інших вчених, листогризучі совки розвиваються осередково, що залежить від вологості повітря та опадів. Так у 2017 році, гідротермічні умови зумовили помірний розвиток листогризух совок у двох генераціях, в південному регіоні мали три покоління. В агроценозах України в період вегетації домінували бавовникова совка, совка-гама, капустяна. Менш поширеними були совки люцернова, карадрина, та С-чорне, подекуди мали розвиток городня, конюшинова і звичайна зернова совки. Господарсько-відчутної шкоди скрізь завдавали бавовникова і капустяна совки, осередково – люцернова, карадрина і совка-гама [29].

В умовах 2017 року в агроценозах України в період вегетації домінували бавовникова совка (*Helicoverpa armigera* Hb.), совка-гама (*Autographa gamma* L.), капустяна (*Autographa gamma* L.) за чисельності 0,1–2 екз./м². Менш поширеними були такі совки: люцернова (*Heliothis virescens* Hfn.), карадрина (*Spodoptera exigua* Hufn.) та С-чорне (*Xestia c-nigrum* L.), подекуди мали розвиток городня (*Lacanobia oleacea* L.), конюшинова (*Euclidia glipha* L.), звичайна зернова (*Apamea sordens* Hufn.). Максимальна чисельність вищезгаданих фітофагів обліковувалась на кукурудзі, соняшнику, цукровому буряку, інших культурах і складала 3–6 екз. на м². Чисельність бавовникової совки у Донецькій, Дніпропетровській, Запорізькій, Кіровоградській, Луганській, Миколаївській областях була 3 екз. на м²; совки-гамма у Кіровоградській, Луганській, Миколаївській, Сумській та Чернівецькій областях, капустяної совки – скрізь (максимальна у Запорізькій, Кіровоградській та Тернопільській обл.), люцернової на сої та багаторічних травах у Запорізькій та Миколаївській областях. У 2018 р. за теплої, помірно вологої погоди, наявності нектароносів в період льоту метеликів у всіх регіонах України листогризучі совки будуть завдавати значної шкоди сільськогосподарським культурам. У зоні Степу залишається загроза утворення осередків з підвищеною чисельністю і шкідливості листогризух совок, особливо бавовникової, совки-гамма та капустяної [30].

Висновки

Аналіз даних літератури, дає змогу стверджувати, що в посівах сої за різних метеорологічних умов розвиваються шкідливі види лускокрилих, що становлять в середньому 40 % від шкідливого ентомокомплексу сої. Значну шкоду при цьому завдають такі види, як *Etiella zinckenella* Tr., *Margaritia sticticalis* L., *Vanessa cardui* L., *Chloridea virescens* Hfn., *Helicoverpa armigera* Hfn., *Autographa gamma* L., *Mamestra brassicae* L.. Проте, є дані, що зміни клімату, впливають на розвиток цих шкідників, що призводить до зменшення чи збільшення їх генерацій, впливає на їх шкідливість та динаміку.

Перспективи подальших досліджень. У зв'язку з постійними змінами кліматичних умов регіону досліджень плануємо уточнити видовий склад шкідливих організмів в посівах сої, приділяючи значну увагу лускокрилим шкідникам. На основі отриманих даних скласти економічно обґрунтовану систему захисту культури від видів, що перевищують економічні пороги шкідливості з метою збереження врожаю культури.

References

1. Bilyaska, L. G., Bilyavsky, Yu. V., Shapoval, O. S., & Panchenko, S. S. (2020). Current state and prospects of soybean seed production in the Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 45-52. doi: 10.31210/visnyk2020.04.05
2. Nelep, V. M. (2004). *Planuvannia na aharnomu pidpriemstvi*. Kyiv: KNEU. [In Ukrainian].
3. Lutytska, N. V., & Stankevych, S. V. (2019). Shkidlyvist akatsiievoi vohnivky na soi v DP «DH Elitne» Instytutu roslynnystva im. V. Ya. Yurieva NAANU. *Materialy pidsumkovoї nauково-praktychnoi konferentsii profesorsko-vykladatskoho i zdobuvachiv naukovykh stupeniv KhNAU im. V. V. Dokuchaieva*. Kharkiv [In Ukrainian].

4. Sheludko, O., Markovska, O., Hontaruk, V., Repilevskiy, E., & Stavrati, V. (2013). Efektyvnist novykh insektytsydiv na zroshuvanii soi. *Propozytsiia*, 6, 98–100. [In Ukrainian].
5. Tsekhmeistruk, M., Pankova, O., Kolomatska, V., Kobyzieva, L., Artimov, M., & Sirovitskiy, K. (2021). Influence of weather and climatic conditions on soybean yield. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (4), 11–17. doi: 10.15421/2021_193
6. Pospelov, H. D., Kovalenko, N. P., Nechyporenko, N. I., & Kocherha, V. Ia. (2020). Influence of agroclimatic factors on the development of common soybean diseases. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 3, 45–53. doi: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-6
7. Likar, S., & Daniuk, T. (2014). Soybean pests and regulation of their numbers. *Scientific priorities of agricultural development in the context of global change: Proceedings of International scientific-practical internet-conference*. Ternopil: Krok. [In Ukrainian].
8. Trybel, S. O., & Stryhun, O. O. (2011). Phytosanitary situation of the soybean agrocenoses and integrated plant protection *Plant Protection and Quarantine*, 57, 224–246.
9. Dudnyk, A. V. (2011). *Silskohospodarska entomolohiia*. Mykolaiv: MDAU [In Ukrainian].
10. Sheludko, O. D., Markovska, O. Ie., & Repilievskiy, Ye. V. (2013). Efektyvnist zakhystu zroshuvanykh posiviv soi vid lystohryzuchykh sovok. *Irrigated Agriculture*, 59, 79–81. [In Ukrainian].
11. Pustovyi, S. V., & Dudchenko, V. V. (2021). Shkidlyva entomofauna posiviv soi u rysovii sivozmini na pivdni Ukrainy: *Formation of modern science: methods and practice: Proceedings Intern. stud. science. conf. Vinnitsa* [In Ukrainian].
12. Storzhous, I. (2019). Shkidnyky soi. *Propozytsiia*, 12, 112–117. [In Ukrainian].
13. Dudchenko, V. V., Strigun, O. O., Palamarchuk, D. P., & Palamarchuk, A. V. (2021). Phytosanitary monitoring of harmful entomofauna of soybean crops in the conditions of rice irrigation systems. *Agrarian Innovations*. 5, 30–34. doi: 10.32848/agrar.innov.2021.5.5
14. Adamen, F. F., Verhunov, V. A., Lazer, P. N., & Verhunova, Y. N. (2006). *Agrobiologicheskie osobennosti vzdelyvaniya soi v Ukraine*. Kiev: Agrarna nauka. [In Russian].
15. Rybalchenko, A. M. (2020). The most active pests in soybean fields in Ukraine. *Modern movement of science*. Retrieved from: https://dspace.pdaa.edu.ua:8080/bitstream/123456789/7690/1/modern%20movement%20of%20science_%202020.pdf
16. Kharchenko, H. L., Sarantseva, N. A., & Todorov, N. H. (2015). Akacievaya ognevka na soe i metody ee monitoringa. *Zashita i Karntin Rastenij*, 8, 23–26. [In Russian].
17. Lutytska, N. V., & Stankevych, S. V. (2021). Akatsiieva vohnivka (*Etiella zinckenella* Tr.) – nebezpechnyi shkidnyk soi u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy. *Materialy Pidsumkovoi naukovo konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu i zdobuvachiv naukovykh stupeniv: u 2-kh ch.* Kharkiv: KhNAU [In Ukrainian].
18. Lutytska, N. V., Stankevych, S., Romanov, O., Mikheev, V. G., & Balan, H. O. (2021). Harmfulness of pea pod borer (*Etiella zinckenella* Tr. 1832) in soybeans in the eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11, 77–86. doi: 10.15421/2021_244
19. Trybel, S. O., & Stryhun, O. O. (2014). Luchnyi metelyk: poshyrennia u 2013 r. ta prohnaz shkidlyvosti u 2014 r. *Quarantine and Plant Protection*, 3, 10–13.
20. Palamarchuk, A. V., Strygun, O. O., & Dudchenko, T. V. (2020). The species composition of the harmful entomofauna of soybean crops in the conditions of rice paddies. *Plant Protection and Quarantine*, 66, 168–183. doi: 10.36495/1606-9773.2020.66
21. Stankevych, S. V., Biletskyj, Ye. M., Zabrodina, I. V., Yevtushenko, M. D., Dolya, M. M., Lezhenina, I. P., Baidyk, H. V., Filatov, M. O., Sirous, L. A., Melenti, V. O., Molchanova, O. A., Zhukova, L. V., Golovan, L. V., Polozhenets, V. M., Nemerytska, L. V., & Klymenko, I. V. (2020). Cycle populations dynamics of harmful insects. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10, 147–161. doi: 10.15421/2020_148
22. Khablak, S. (2021) Luchnyi metelyk – nespodivana zahroza. *AgroTimes*. Retrieved from: <https://agrotimes.ua/opinion/luchnyj-metelyk-nespodivana-zagroza/>
23. Zlotin, A. Z. (1991). *Letayushie cvety*. Kiev: Urozhaj [In Russian].
24. Biliavskiy, J. V. (2009). Sontsevyk budiakovyi (*Vanessa cardui* L.) u soievkykh ahrotsenozakh Poltavskoi oblasti. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 23–25. [In Ukrainian].

25. Biliavskiy, J. V. (2010). Sontsevyk budiakovyi (*Vanessa cardui* L.). *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, 15, 68–72. [In Ukrainian].
26. Lutytska, N. V., & Biliavskiy, N. V. (2020). Effectiveness of insecticides against painted lady (*Vanessa cardui* Linnaeus, 1758) on soybean crops. *Scientific research in IN XXI century: Proc. of the 6 th Intern. scien. and pract. conf. Ottawa*.
27. Sheludko, O., Repilievskiy, E., Nazarchuk, S., & Stavratii, V. (2013) Zakhyst zroshuvanykh kultur vid sovok. *Propozytsiia*. 2013. Retrieved from: <https://propozitsiya.com/ua/zahist-zroshuvanih-kultur-vid-sovok>
28. Sekun, M. P., & Berezovska, V. V. (2013). Osoblyvosti formuvannia struktury shkidlyvoi entomofauny ahrotsenozu soi u pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Scientific Reports of Nules of Ukraine*, 1, 1–8. [In Ukrainian].
29. Chaika, V. M., Baklanova, O. V., Fedorenko, A. V. Chelombitko, A. F., Stefkivskiy, V. M., & Bannikova, K. V. (2018). Analysis of spread of basic polyphagous insects and prognosis of their development. *Quarantine and Plant Protection*, 4, 21–23.
30. Stefakivskiy, V. M., Stefakivska, Yu. L., & Zavalniuk, O. I. (2018). Rozpovsiudzhennia bahatoidnykh shkidnykiv v ahroklimatychnykh zonakh Ukrainy ta prohnoz yikh rozvytku v 2018 rotsi. *Novitni tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur: Proceedings IV International scientific-practical conferences young scientists. Kyiv* [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 20.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Чухрай А. В., Мостов'як С. В. Лускокрилі шкідники сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 62–68.

© Чухрай Анастасія Володимирівна, Мостов'як Світлана Миколаївна, 2022

Agriculture.
Plant growingBULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMYISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>

review article | UDC 633.12-021.4-022.241:631.95:502.22 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.08

THE IMPORTANCE OF CULTIVATING BUCKWHEAT AS UNIQUE AND ENVIRONMENTALLY ORIENTED CROP

O. V. Tryhub^{1*}O. M. Kutsenko²V. V. Liashenko²V. V. Nohin²ORCID  [0000-0003-3346-9828](https://orcid.org/0000-0003-3346-9828)ORCID  [0000-0001-8692-2302](https://orcid.org/0000-0001-8692-2302)ORCID  [0000-0003-0177-6209](https://orcid.org/0000-0003-0177-6209)

¹ Ustymivka experimental station of plant growing of the Institute of Plant growing named after V. Ya. Yuriev of NAAS of Ukraine, 25, akademician Vavylova str., v. Ustymivka, Hlobyno district, Poltava region, 39074, Ukraine

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

*Corresponding author

E-mail: trygub_oleg@ukr.net

How to Cite

Tryhub, O. V., Kutsenko, O. M., Liashenko, V. V., & Nohin, V. V. (2022). *The importance of cultivating buckwheat as unique and environmentally oriented crop. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 69–76. doi: 10.31210/visnyk2022.01.08

The prospects of cultivating buckwheat as environmentally oriented crop, which owing to its biological properties and economic characteristics, can ensure the profitability of production and improve its ecological environment, was proven in the article. Owing to buckwheat's unique properties, it is valuable as a preceding and soil improving crop and is grown using pesticide-free technology; it is a honey-bearing and raw material crop. Buckwheat grain is a source of biologically active substances, vitamins, minerals, and others as well as the products of its processing for manufacturing functional products having curative and useful properties. Buckwheat is also valuable because of loss free technology of its cultivation and versatile use. It has been determined that buckwheat is a fallow and good preceding crop for winter crops; it positively affects the soil: the field stays weed free and fluffy. Buckwheat can fix nitrogen in the root rhizosphere non-symbiotically with *Azospirillum* bacter bacteria, etc. It was analyzed as a green manure crop, which assists in fertilizing soil with a whole complex of essential macro- and micro-elements. Buckwheat resistance to pests and diseases was registered, which together with pesticide-free cultivation technology, minimizes the use of chemical means of protection. The place of buckwheat as one of the best honey-bearing crops in the development of apiculture in Ukraine was determined. The prospects for creating functional products having curative and useful properties for humans besides being a food crop, was substantiated. It has been mentioned that the priority of cultivating buckwheat is also stipulated by the loss free technology of its production and versatile use in the pharmaceutical industry and folk medicine, livestock and poultry farming, and mushroom growing, etc.

Key words: buckwheat, preceding crop, soil improver, pesticide-free technologies, honey-bearing crop, groats production.

**ВАЖЛИВІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ ЯК УНІКАЛЬНОЇ Й ЕКОЛОГІЧНО
ОРІЄНТОВАНОЇ КУЛЬТУРИ**

О. В. Тригуб¹, О. М. Куценко², В. В. Ляшенко², В. В. Ногін²

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

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

*У статті доведено перспективність вирощування гречки як еколого орієнтованої культури, яка завдяки своїм біологічним особливостям і господарським характеристикам, здатна забезпечити прибутковість виробництва та покращити його екологічне середовище. Завдяки своїм унікальним особливостям вона є цінною: сільськогосподарською культурою – як попередник і покращувач ґрунту, вирощується за безпестицидною технологією; медоносною сільськогосподарською культурою; сировинною культурою – як зерна, що є джерелом біологічно активних речовин, вітамінів і мінералів тощо, продуктів її переробки для створення функціональних продуктів з лікувальними та корисними властивостями; через безвідходність її технології виробництва та різностороннє використання. Визначено, що гречка є парозаймаючою культурою та гарним попередником для озимих культур, має позитивний вплив на ґрунт: поле залишається вільним від бур'янів та пухким, здатна несимбіотичним шляхом фіксувати азот бактеріями *Azospirillum bacter* у ризосфері коріння тощо. Проаналізовано культуру гречки як сидерат, який сприяє удобренню ґрунту цілим комплексом незамінних макро- і мікроелементів. Відзначено стійкість гречки до шкідників і захворювань, що додатково з безпестицидною технологією вирощування мінімізує застосування хімічних засобів захисту. Визначено місце культури гречки у розвитку бджільництва в Україні, як однієї з найкращих медоносів. Обґрунтовано перспективність створення функціональних продуктів які, крім основного завдання – харчування, мають лікувальні та корисні властивості для людини. Відзначено, що пріоритетність вирощування гречки ще обумовлена безвідходністю її технології виробництва і різностороннім використанням у фармацевтичній промисловості та народній медицині, тваринництві, птахівництві, грибництві тощо.*

Ключові слова: гречка, попередник, покращувач ґрунту, безпестицидні технології, медоносна культура, круп'яне виробництво.

Протягом усієї історії людства його діяльність була направлена на пристосування чи створення умов для забезпечення себе більш комфортними (а часто і необхідними для виживання) параметрами середовища життя. Така діяльність неможлива без перетворення природних складників умов існування людини. На початкових етапах освоєння природних територій людина, задавала функції кожній з ділянок території, формуючи функціональне (з екологічних позицій) використання земель. При цьому, в більшості, продовольчі культури висівались на ділянках рельєфу крутизною до 3–5°, фуражні культури до 5–7°, а території на крутих схилах понад 7° використовувалися як сіножаті і пасовища. Таким чином, дотримуючись певного співвідношення сільськогосподарських угідь, людина штучно окреслювала екотоп, як свій так і інших типів організмів, в формованій нею новій екосистемі [1].

На сьогодні ринкова економіка спонукає сьогодні до впровадження надінтенсивних технологій, які можуть бути запитані вітчизняними виробниками і допоможуть їм швидко збагатитися, але за умови свідомого руйнування стійкості біосфери. Ще якихось 15–20 років тому польові сівозміни мали 9–12 полів, при цьому обов'язковим було застосування чистого пару. Сьогодні мова вже не йде про чистий пар, а сівозміни названо «короткоротаційними», тобто повна ротація проходить за 4–5 років при переважанні інтенсивних просапних культур [1, 2].

Найявне протиріччя між бажанням нагодувати людство і зберегти стійкість та різноманіття біосфери, закономірно замикається на аграрній науці, а актуальність його набуває дедалі більшого значення. Одним із шляхів вирішення такого питання є створення більш сприятливих умов для екологічної безпеки функціонування агроєкосистем, які б не знижували їх віддачу (кількість та якість отриманої продукції).

На першому етапі доцільно розглянути розширення переліку культур, які вирощуються на полях, надання переваги тим із них, що не поступаючись отриманому прибутку із гектара та покращують

екологічну складову сільськогосподарського виробництва. До екологічно орієнтованих культур належить і гречка. Це культура, в силу свої біологічних особливостей та господарських характеристик, здатна забезпечити прибутковість виробництва та покращити його екологічне середовище.

Цінність гречки забезпечується її непересічними особливостями, як сільськогосподарської культури – попередника, покращувача ґрунту, безпестицидної технології вирощування, так і отримуваної від вирощування сировини – зерна (для переробки на крупу), джерела біологічно активних речовин, меду, безвідходної технології переробки. Незважаючи на всі позитивні якості нині гречка є нішевою культурою – вирощується за остаточним принципом. Дещо в підходах до вітчизняного гречаного виробництва може змінити державна підтримка для виробників гречки – компенсація за кожний задіяний у виробництві гречки гектар [3, 4]. Позитивно впливають і нові сорти, які володіють потенціалом понад 2,5–3,0 т/га і здатні його реалізовувати у контрастних умовах середовища [5].

Щодо перспективності гречкового виробництва необхідно відзначити, що гречка має короткий вегетаційний період, який у сучасних сортів при звичайних умовах вирощування не перевищує 75–80 діб [6]. Посів пізній – кінець квітня – початок травня, що дозволяє правильно розподілити посівні виробничі потужності, а також в передпосівний період в повному обсязі провести боротьбу з бур'янами, як досить ефективний метод не лише в поточному, а й наступних декілька років. Гречка культура, яку можна вирощувати як звичайним так і широкорядним способом, орієнтуючись при цьому на забур'яненість полів [6]. При першому, гречка сама буде добрим конкурентом бур'янам, а при другому – складаються умови для міжрядних обробітків, як механічного методу боротьби з останніми. На гречці повністю виключається необхідність застосування гербіцидів, як через високу чутливість до їх складників самої культури, так і через наявність механічних способів боротьби з бур'янами. Гречку можна розглядати як парозаймаючу культуру і гарний попередник для озимих (через короткий вегетаційний період і можливість раннього звільнення поля перед посівом наступника). Поле після гречки залишається вільним від бур'янів та пухким, що забезпечується розгалуженою кореневою системою, особливо у посівному шарі [6]. Крім того гречка здатна несимбіотичним шляхом фіксувати азот бактеріями *Azospirillum bacter* у ризосфері коріння, що сприяє кращому живленню рослин, які висівають після неї. Поживні рештки гречки містять значну кількість нітрогену і фосфору, що сприяє підвищенню родючості ґрунту [7]. Кореневі виділення рослини також сприяють покращенню засвоєння елементів живлення рослин наступника. Протягом вегетації рослина в ґрунт виділяє комплекс органічних кислот, які перетворюють недоступні для використання сполуки у придатні для споживання та знижують необхідність в удобренні наступної в сівозміні культури [8].

Особливої уваги заслуговує питання вирощування гречки у поживних та поукісних посівах, як захід збільшення віддачі гектара поля. Завдяки короткому вегетаційному періоду (60–100 діб, а для сучасних сортів 70–80 діб) [9], на всій території України складаються сприятливі погодно-кліматичні умови для культивування гречки після попередників раннього строку збирання. Для отримання зернової продукції при поживному вирощуванні гречки посів повинен бути проведений не пізніше III декади липня. Основною перепоною при цьому може бути лише нестача вологи. Враховуючи стійку тенденцію до аридизації клімату та, як наслідок, поступового витіснення посівів гречки із зони Степу і південного Лісостепу в північний Лісостеп і Полісся, на цій території відзначається достатня зволоженість ґрунту та відсутність повітряної посухи в період поживного чи поукісного посіву [10]. В період цвітіння та достигання таких посівів в районах Лісостепу та Полісся складають досить сприятливі умови за температурним режимом. Значна робота була проведена також вченими селекціонерами для адаптації існуючого сортименту для використання в таких умовах. Вирішувалося завдання скорочення у рослин періоду «сходи–цвітіння», а також більш компактне і дружнє цвітіння та достигання. Виробництву вже запропоновані сорти із коротким вегетаційним періодом (до 70 діб) та компактным (дружним) типом достигання і потенціалом урожайності до 2,0 т/га. Це сорти детермінантного типу та сорти з рослинами із обмеженим (контрольованим) типом росту [10, 11].

Культура гречки є визнаним сидератом, який при посіві біля 100 кг/га за умови застосування тетраплоїдних сортів здатна сформувати до 85–100 т/га органічної речовини [12]. Згідно даних Алексєєвої О. С., за умови утворення 20 т/га зеленої маси гречки на гектарі, забезпечує збагачення ґрунту аналогічно внесенню 0,6 т/га сульфату амонію, 0,28 т/га суперфосфату та 0,36 т/га хлористого

калію. Заробка листостеблової маси в ґрунт сприяє удобренню його цілим комплексом незамінних макро- і мікроелементів, при цьому всі речовини знаходяться в легкодоступній для рослин формі. Внесення сидерату сприяє оструктуруванню ґрунту [9]. Зелена маса гречки повністю деструктується до весни і не заважає проведенню польових робіт в цей період. Додатково потрібно відзначити, що посів сидерату не заважає вирощуванню інших культур, так як проводиться після збирання врожаю за схемою пожнивних та поукісних посівів. Тривалості вегетаційного періоду гречки (50–55 діб) достатньо щоб сформувати необхідну кількість біомаси [10]. Для посіву гречки як сидерату, в більшості регіонів України, достатньо і тепла, і вологі (необхідна сума активних температур – понад 1300 °C і до 200 мм опадів) [9].

Гречка не вимагає застосування хімічного захисту, за виключенням років, коли відзначається значне посилення розвитку шкідників. При дотриманні елементарних правил технології вирощування, на більшості території України не спостерігається значної (економічно обґрунтованої) шкоди від пошкодження посівів гречки шкідниками. Загалом гречкою можуть житися понад 20 видів комах. До основних пошкоджувачів належать специфічні шкідники: гречкова блоха і комарик, гречковий довгоносик і гречкова попелиця [7, 13]. Але пошкодження ними спостерігається лише при недотриманні технології вирощування – значному зрідженні посівів та при посіві в надранні строки (низькі температури, розтягнутість та ослабленість сходів) [14]. У боротьбі зі шкідниками найкращі заходи – знищення бур'янів (як проміжного джерела харчування) і дотримання правильної агротехніки [13]. У виробництві також доцільно використовувати сортовий матеріал із підвищеними параметрами стійкості до пошкодження шкідниками: наявності кутикули, воскового нальоту на листках, опушеності рослин тощо [7].

Щодо хвороб, то часто помилково вважається, що гречка не уражується хворобами, але недобір врожаю від захворювання може складати до 35 % зерна, а в деяких випадках і до повного знищення. Шкодочинність виявлених у гречки хвороб різна і залежить в основному від факторів середовища: вологості та температури ґрунту і повітря. Найбільше ураження зафіксовано сірою гниллю, попелихою, фузаріозом, аскохітозом, фітофторозом, мозаїкою листків та ін. [7]. Але поріг шкодочинності від захворювання спостерігається лише при грубому порушенні технології вирощування. В першу чергу, це попередники: ураження після озимих зернових у 2–3 рази менше, ніж після картоплі. Для сірої гнилі більш сприятливі умови складаються при надраних строках посівів (холодна погода), а також при перезволоженні. Недопустиме вирощування гречки на полях зі значним проявом цієї хвороби у минулому році (збудники залишаються на рештках рослин). Щодо фузаріозного ураження, то воно може відбуватися протягом всієї вегетації, але заходи уникнення ураження і розповсюдження хвороби такі ж як і попередньої – уникнення повторних посівів, а також здоровий посівний матеріал [15]. Для зменшення ураження мозаїкою листя необхідним заходом є боротьба із розповсюджувачем – попелицею [16]. Тобто, головні засоби боротьби із захворюванням агротехнічні, а не хімічні, що робить вирощування гречки екологічно безпечним, а її продукцію – екологічно чистою.

Доцільно відзначити, що гречка ентомофільна культура, необхідною умовою отримання зернового врожаю, якої є повноцінне запилення, що в повній мірі може забезпечити лише ведення бджільництва. Необхідно враховувати, що в Україні основою кормової бази бджільництва є медоносні сільськогосподарські культури, нектарозапас яких становить 59–87 % від загального обсягу регіону [17]. Серед вирощуваних сільськогосподарських культур гречка є одним з найкращих медоносів. До недавнього часу, в Україні біля 50 % товарного меду отримувалося саме з гречаних посівів [18]. Повноцінно гречка починає квітнути на 35–40 день після сходів, цвітіння відбувається у ранніх сортів 25–30 діб, у середніх і пізніх до 50 діб [9, 13]. З гектару посіву можна отримати 70–80 кг, а за сприятливих умов до 90–100 кг меду [19, 20]. Для ефективного запилення гречки досить мати на 1 га посіву дві сім'ї бджіл. Надбавка урожаю від бджолозапилення складає 26–30 % [8].

Селекція гречки останніх років має позитивний вплив на вирішення питання збільшення медозборів. Дослідниками встановлено пряму кореляцію між чистою продуктивністю фотосинтезу і нектаропродуктивністю ($r=0,81\pm0,07$), нектаропродуктивністю і кількістю квіток на рослині ($r=0,87\pm0,96$), відвідуванням квіток бджолами, кількістю виповнених плодів та масою 1000 зерен [21]. Це дозволяє більш повноцінно вести селекцію за ознакою медоносності рослин і впровадити до виробництва сорти гречки Єлена, Зеленоквіткова 90, Вікторія, як еталони за цією ознакою [7].

Гречка, як медоносна культура, є джерелом харчування окрім медоносних бджіл для великої кількості комах, в тому числі і корисних – запилювачів, фітофагів та ентомофагів. Гречка порівняно

молода культура землеробства нашої зони. Формування агроценозу гречкового поля проходило протягом більш короткого проміжку часу, ніж інших культур. Крім того, близьких родичів (представників родини Гречкових), які могли бути донорами фітофагів на території України у неї мало. Тому комплекс комах на гречковому полі формувався в основному за рахунок видів полі фітофагів і тих, які знайшли собі їжу на квітах гречки. Даними ряду досліджень встановлено наявність в посівах гречки біля 170 видів комах, з перевагою тих що харчуються на квітах. Перша група – це комахи-запилювачі: бджола медоносна, мухи-дзюрчали, дикі бджоли та джмелі. Друга – сонечка, золотоочки, м'якотілки, які є ентомофагами, а нектар і пилок для них є додатковим джерелом харчування. При цьому ентомофаги, як корисні складники «комахового соціуму», складають 12 видів і до 22 % від загальної кількості видового складу комах. Склад комах гречкового поля динамічний як протягом доби, що обумовлено погодними чинниками і виділення нектару рослинами, так і протягом вегетаційного періоду з максимумом під час масового цвітіння і скороченням разом із відцвітанням рослин. Таким чином, агроценоз гречкового поля є основою для формування широкого видового складу комах, який, що особливо цінно, складається не лише із запилювачів, а і з ентомофагів (сонечок, сирфід, афідіїд, браконід, золоточок) [22, 23]. Це справляє позитивний вплив як на урожайність гречки та культур наступних циклів культивування (підвищуючи зернову продуктивність рослини), так і підвищує загальну чисельність корисних комах, що в кінцевому підсумку зберігає стабільність сусідніх (в т.ч. природних) ценозів.

Дослідження останніх років вказують на перспективність подальшого використання гречки та продуктів її переробки як сировини для створення функціональних продуктів [24] – які, крім основного завдання – харчування, впливають на психологічний або фізіологічний стан людини; можуть знижувати рівень холестерину, зміцнювати імунну систему, відновлювати мікробіологічний баланс травної системи, мають протизапальну функцію. Їх у США і Великій Британії також називають пробіотичними або нутрицевтичними продуктами [25]. Такого статусу продуктам із гречки надають антиоксидантні властивості їх складників. За вмістом гречана крупа, як продукт харчування, містить цілий комплекс корисних властивостей для людського організму, визначений складом зерна (12–18 % білка, 2–4 % жиру, 10–16 % клітковини, 70–85 % крохмалю) та наявністю в складі білків амінокислот – аргініну, лізину, цистеїну та ін. (з оптимальним співвідношенням триптофану, лізину і метіоніну), значної кількості мінеральних елементів (заліза, фосфору, кальцію, калію, натрію, магнію), органічних кислот (лимонної, яблучної, щавлевої), вітамінів Р, В₁, В₆, РР та В₂ [9, 26]. Завдяки значному вмісту жиру гречана крупа відрізняється підвищеним вмістом жиророзчинного вітаміну Е – головного представника групи антиоксидантів. Природними антиоксидантами є також фенольні сполуки [27].

Гречку визначено як харчовий і дієтичний продукт у багатьох країнах світу, оскільки вона містить значну кількість флавоноїдів: рутину, кверцетину, катехіну, орієнтину, вітексину, ізовітексину, ізоорієнтину [28, 29]. Флавоноїди відомі своєю ефективністю в зниженні рівня холестерину в крові, збереженні міцності капілярів і артерій, запобігають високому кров'яному тиску [30]. Вони мають антибактеріальну, протигрибкову, протизапальну дію, беруть участь у фізіологічних реакціях в організмі [31, 32]. Результати досліджень, проведених в університеті Манітоба (Канада) свідчать про значний вміст у гречці антиоксидантів флавоноїдів, які є ефективними інгібіторами ліпопротеїдів низької щільності, що спричиняють розвиток захворювань серцево-судинної системи [33]. Найбільш знаний флавоноїд рутин, вміст якого у зерні різних сортів гречки може коливатись від 4,0 до 9,0 мг/% [9]. Перспективним класом біологічно активних мінеральних компонентів їжі є фітостерини, які подібні до тваринного холестерину, та мають стероїдну природу і знижують концентрацію загального холестерину і ліпопротеїдів малої щільності в крові. Вони можуть зупинити атеросклеротичний процес [34].

Одним із головних пріоритетів при впровадженні гречки до сучасних агроценозів є безвідходність її технології виробництва та різностороннє використання. Відходи круп'яного виробництва (дрібне зерно, висівки, борошняний пил) використовуючись при веденні тваринництва та птахівництва, сприяють підвищенню їх м'ясної продуктивності, несучості у курей тощо. Добрим кормом для тварин є також гречана солома (у вигляді січки чи трав'яного борошна), яка містить 4,2 % білка і має кормову цінність – 0,5 корм. одиниці. Зелена маса рослин гречки добре компонується при силосуванні з іншими культурами та сприяє кращому їх перетворенню і консервуванню через наявність в ній комплексу органічних кислот. Солома також є добрим субстратом для вирощування грибів [7].

Добре дослідженим напрямком використання гречки (особливо за кордоном) є застосування її у фармацевтичній промисловості та народній медицині. Неперевершеним джерелом біологічно активних речовин є майже всі частини рослини гречки. Вони складники лікувальних чаїв, настоянок, компонентів мазів, присипок тощо. Листя рослин гречки разом з бутонами та першими квітами застосовують як джерело рутину (вітаміну Р), який впливає на поліпшення серцево-судинної системи, при нефритах, мігрені та ін. захворюваннях. Лузга із гречки є джерелом трипсиногенів – комплексних лікувальних препаратів, а також як наповнювач лікувальних матраців і подушок, виготовлення радіопоглинаючих пресованих плит [7]. Солома, а в деяких сортів і вся рослина, містять підвищений вміст флавоноїдів (антоціанів) інтенсивного червоного кольору (пеларгонідин) – джерело природного (нативного) харчового барвника. В деяких спеціалізованих сортів (наприклад сорту Рубра) вміст барвникових речовин складає 3,87–4,41 мг/100 г сухої речовини [35, 36].

Гречкова солома та лузга є перспективною сировиною для формування агро-пелет (паливних гранул з сировини рослинного походження, зазвичай сільгоспкультур чи відходів сільгосппереробки). За енергетичним потенціалом цей вид сировини несуттєво поступається деревині, маючи теплотворну здатність на рівні до 16 МДж/кг. Крім того солома є високовідводним джерелом енергії оскільки при спалюванні не змінює баланс двоокису азоту в атмосфері. При визріванні агрокультура споживає стільки ж вуглекислого газу, скільки здатна виділити при спалюванні. Лузга гречки за теплотворністю перевищує соломі (до 21 МДж/кг), при цьому має низьку зольність біля 0,72 % [37]. Попіл від спалювання цієї сировини є добривом зі значним вмістом макро- та мікроелементів, сприяє активізації зростання й розвитку культур протягом тривалого часу, підвищує їх життєстійкість та посилює імунітет, що допомагає рослинам протидіяти грибковим і бактеріальним захворюванням, пришвидшує розкладання ґрунтових органічних сполук на окремі компоненти, які перетворюються на легкодоступні для рослин елементи живлення, покращує структуру ґрунту, збільшує його водо- й повітропроникність [38].

Висновки

Гречка як високорентабельна та безвідходна культура у виробництві, повинна мати чільне місце як унікальна й еколого орієнтована культура. На сьогодні за врожайністю вона поступається надприбутковим кукурудзі, соняшнику чи сої, але вирощування її дозволяє отримати прибуток порівнюваний із виробництвом зерна пшениці озимої і значно перевищує більшість зернових та бобових культур. Особливо це актуально за правильного підходу до технології вирощування, створення інфраструктури для переробки основної та додаткової продукції гречаного виробництва. Гречка завдяки своїм непересічним властивостям є фундаментом екологізації виробництва – сама є чутливою до пестицидного забруднення і створює умови для поліпшення інсектицидно-гербіцидного фону агроценозу: дозволяє ефективно боротися з бур'янами і не вимагає застосування захисту від шкідників та хвороб. А такий продукт гречкосіяння як мед гречаний є візитною картою України за свої унікальні характеристики та із побічної продукції може мати статус основної. Доцільно відзначити, що гречка винна стати обов'язковим складником агроценозів ще й по причині унікальної дії на ценоз природних утворень, що межують із полями. Вона сприяє відновленню такого абсолютно необхідного складниками ланцюга живої природи, як комахи, даючи харчування для великої кількості їх видів та забезпечуючи від знищення в результаті застосування засобів захисту рослин.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні агроекологічних факторів впливу на урожайність сортового матеріалу гречки в умовах Лісостепу України.

References

1. Sonko, S. P. (2009). Ahroekosystema yak ekolohichna nisha liudyny. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho DAU. Seriya Ahronomiia*, 71 (1), 188–199. [In Ukrainian].
2. Losev, K. S. (Red.). (1995). *Fizicheskie i biologicheskie osnovy ustojchivosti zhizni*. Moskva: VINITI [In Russian].
3. Khodorova, I. (2013). Shukaty vykhody. *Ahro\$hroshi*, 1, 10–11. [In Ukrainian].
4. Vyrobnyky nishevykh ahrokultur otrymaiut 50 milioniv derzhkompensatsii. Retrieved from: <https://www.epravda.com.ua/news/2021/08/5/676611/> [In Ukrainian].
5. Rarok, A. V. (2019). Udoskonalennia okremykh elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia hrechky v umovakh Lisostepu Zakhidnoho. *Candidate`s thesis*. Kamianets-Podilskyi [In Ukrainian].

6. Alekseeva, E. S., Elagin, I. N., Bilonozhko, V. Ya., Kvashchuk, E. S., Malina, M. M., & Rarok, V. A. (2005). *Tekhnologiya vozdeystviya grechihi* (Vol. 3). Kamenec-Podol'skij: Idatel'stvo Moshak M. I. [In Russian].
7. Alekseeva, O. S., Taranenko, L. K., & Malyna, M. M. (2004). *Henetyka, selektsiia i nasinnytstvo hrechky*. Kyiv: Vyshcha shkola [In Ukrainian].
8. Hrechka – shliakh do harnoho nastroi! Retrieved from: <http://www.unifer.de/ua/publikazii/grechka-shlyah-do-garnogo-nastroyu> [In Ukrainian].
9. Alekseeva, E. S., Elagin, I. N., Taranenko, L. K., Bochkaryova, L. P., Malina, M. M., Rarok, V. A., & Yacishin, O. L. (2005). *Istoriya kul'tury, botanicheskie i biologicheskie osobennosti* (Vol. 1). Kamenec-Podol'skij: Idatel'stvo Moshak M. I. [In Russian].
10. Nesmachna, M. V. (2019). Stvorennia ta otsiniuvannia vykhidnoho materialu hrechky dlia povtornykh posiviv v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Candidate's thesis*. Sumy [In Ukrainian].
11. Strakholis, I. M. (2001). Rezultaty, perspektyvy i problemy selektsii hrechky na determinantnist. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 85, 29–37/ [In Ukrainian].
12. Tryhub, O. V., Zaika, Ye. V., & Karazhbei, P. P. (2018). Tetraploidna hrechka yak syderalna kultura v orhanichnomu zemlerobstvi. *Zemlerobstvo*, 1, 51–54. [In Ukrainian].
13. Alekseeva, O. S. (1976). *Hrechka*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].
14. Averchev, O. V. (2011). *Khvoroby ta shkidnyky kultury hrechky: navchalnyi posibnyk*. Kherson: Hrin D. S. [In Ukrainian].
15. Shevchuk, V. K. (2004). *Khvoroby hrechky ta zakhody obmezhenia yikh rozvytku*. Kamianets-Podilskyi [In Ukrainian].
16. Shevchuk, V., Hiholoshvili, A., & Yurchyshyn, L. (2018). Osoblyvosti stiikosti svitovoi kolektsii hrechky *Fagopyrum esculentum* Moench. do zbudnyka bakteriozu *Pseudomonas syringae* Van Hall. *Visnyk Lvivskoho Universytetu. Seriya Biologichna*, 52, 179–184. [In Ukrainian].
17. Kyrshko, S., & Sosnytska, Ya. (2020). Bdzhilnytstvo Ukrainy: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku. *Suspilno heohrafichni chynnyky rozvytku terytorii: Internet-konferentsiia*. Retrieved from: <https://konfgeoluts.wordpress.com/2020/04/03/бджільництво-україни-сучасний-стан> [In Ukrainian].
18. Alekseeva, E. S. (1972). Effektivnye metody sozdaniya sortov grechihi. *Selektsiia i Semenovodstvo*, 6, 57–60. [In Russian].
19. Burdyha, V., & Rarok, V. (2018). Nektaroproduktyvnist sortiv hrechky kolektsii svitovoho henofondu Rodu *Fagopyrum* Mill. *Bdzhilnytstvo Ukrainy – yak osnova prodovolchoi bezpeky i zberezhenia dovkillia*, 20–21. Retrieved from: <http://188.190.33.55:7980/jspui/bitstream/123456789/3849/1/WEBPDU-24112018.pdf> [In Ukrainian].
20. Naikrashchi medonosy Ukrainy. Retrieved from: <http://api-svit.kiev.ua/statiya/naykrassh-medonosi-ukra-ni> [In Ukrainian].
21. Kopelkievskij, G. V. (1963). *Rezultaty issledovaniya po selektsii, biologii i agrotekhnike grechihi*. Voronezh [In Russian].
22. Naumkin, V. P., & Lysenko, N. N. (2014). Entomogenez grechihi posevnoj v usloviya Orlovskoj oblasti. *Zemledelie*, 6, 41–44. [In Russian].
23. Kulikov, N. I., & Naumkin, V. P. (2018). Nasekomye na posevakh grechihi. *Pchelovodstvo*. Retrieved from: <https://beejournal.ru/medonosnaya-baza-i-opylenie/3146-nasekomye-na-posevakh-grechikhi> [In Russian].
24. Neborskaya, N. G. (2009). Razrabotka tekhnologii kulinarnoj produktsii iz mikronizirovannykh produktov grechnevoj i pshennoj krup. *Candidate's thesis*. Novosibirsk [In Russian].
25. Funktsionalni kharchovi produkty. Retrieved from: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Функціональні-харчові-продукти> [In Ukrainian].
26. Dubinina, A. A., Popova, T. M., Lenerh, S. O., & Hershun, H. S. (2021). *Tovaroznachcha otsinka krup iz hrechky i prosa riznykh sortiv : monohrafiia*. Kharkiv: KhDUKht [In Ukrainian].
27. Myagchilov, A. V. (2014). Flavonoidy rastenij *Fagopyrum sagittatum* Gilib. (grechihi posevnoj) i serpuhi vencenosnoj (*Serratula coronata* L.) (metody vydeleniya, identifikatsiya veshchestv, perspektivy ispol'zovaniya). *Candidate's thesis*. Vladivostok [In Russian].
28. Arai, Y., Watanabe, S., Kimura, M., Shimoi, K., Mochizuki, R., & Kinae, N. (2000). Dietary intakes of flavonols, flavones and isoflavones by Japanese women and the inverse correlation between quercetin intake and plasma LDL cholesterol concentration. *The Journal of Nutrition*, 130 (9), 2243–2250. doi: 10.1093/jn/130.9.2243

-
29. Park, C. H., Kim, Y. B., Choi, Y. S., Heo, K., Kim, S. L., Lee, K. C., Chang, K. J., & Lee, H. B. (2000). Rutin content in food, products processed-from groats, leaves and-flowers of buckwheat. *Fagopyrum*, 17, 63–66.
30. Krivchenkova, M. V., Klyshinskaya, E. V., Il'nyh, M. A., & Butova, S. N. (2012). Rastitel'nye flavonoidy kak funktsional'nye dobavki v kosmeticheskikh i pishchevykh produktah. *Vestnik Rossijskoj Akademii Estestvennyh Nauk*, 3, 47–51. [In Russian].
31. Kreft, S., Knapp, M., & Kreft, I. (1999). Extraction of rutin from buckwheat seeds and determination by capillary electrophoresis. *Journal of Agricultural Food Chemical*, 47, 4649–4652. doi: 10.1021/jf990186p
32. Wang, H.-K. (2000). The therapeutic potential of flavonoids. *Expert Opinion on Investigation Drugs*, 9, 2103–2119. doi: 10.1517/13543784.9.9.2103
33. Cambell, C. (2004). Rutin and antioxidant activity in buckwheat. *Faculty of Pharmacy University Of Manitoba*, 4.
34. Piironen, V., Lindsay, D. G., Miettinen, T. A., Toivo, J., Lampi, A.-M. (2000). Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 939–966.
35. Alekseeva, E. S. (1999). *Selekciya podol'skih sortov grechihi*. Chernovcy: Ruta [In Russian].
36. Mychko, S. Shchob bula u nas hrechka, a ne superechka. Retrieved from: <https://umoloda.kyiv.ua/number/1732/160/61275/> [In Ukrainian].
37. Palyvni pelety: kharakterystyky ta vydy. Retrieved from: <https://galmet.com.ua/yak-tse-pratsyuye/palyvni-pelety-harakterystyky-ta-vydy.html> [In Ukrainian].
38. Derevnyi popil yak mineralne dobryvo. *Agro story*. Retrieved from: <https://agrostory.com/ua/info-centre/fans/drevesnaya-zola-v-kachestve-mineralnogo-udobreniya/> [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 22.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Тригуб О. В., Куценко О. М., Ляшенко В. В., Ногін В. В. Важливість вирощування гречки як унікальної й екологічно орієнтованої культури. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 69–76.

© Тригуб Олег Володимирович, Куценко Олександр Михайлович, Ляшенко Віктор Васильович,
Ногін Василь Васильович, 2022

Agriculture.
Plant growingBULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMYISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>

original article | UDC 631.582:631.895:633.11 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.09

WEEDINESS OF A SHORT-TERM CROP ROTATION DEPENDING ON A FERTILIZER SYSTEM ON SOD-PODZOLIC SOILS

N. V. Gritsyuk^{1*}L. L. Dovbysh¹A. V. Bakalova¹O. M. Puzniak²ORCID  [0000-0002-4185-7495](https://orcid.org/0000-0002-4185-7495)ORCID  [0000-0002-0528-145X](https://orcid.org/0000-0002-0528-145X)ORCID  [0000-0002-6803-6304](https://orcid.org/0000-0002-6803-6304)ORCID  [0000-0002-2148-2729](https://orcid.org/0000-0002-2148-2729)¹ Polissia National University, 7, Staryi Boulevard, Zhytomyr, 10008, Ukraine² Volyn State Agricultural Station of the Institute of Potato Research of the National Academy of Agricultural Sciences, 2, Shkilna Street, Rokyni, Volyn Region, 45626, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: ngritsyuk78@gmail.com

How to Cite

Gritsyuk, N. V., Dovbysh, L. L., Bakalova, A. V., & Puzniak, O. M. (2022). Weediness of a short-term crop rotation depending on a fertilizer system on sod-podzolic soils. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 77–83. doi: 10.31210/visnyk2022.01.09

In recent years there is a trend to create ecological, biological technologies of plants protection against pests, including weeds. Crop rotation is instrumental in them. The paper presents the results of a three-year field experiment, conducted during 2016–2018 on sod-podzolic loamy-sandy soils in a long-lasting stationary experiment. The paper shows some changes in weediness in terms of weed species and quantity. It also presents the yield indices of crops under a short-term crop rotation under different systems of mineral and organic fertilizing. It has been found out that species composition of weed synusia in crops under crop rotation did not show any significant regularity of its formation and did not depend on a fertilizer system. Quantitative changes in crop weediness depended on crop growing more than on applying mineral and organic fertilizers. When applying mineral fertilizer NPK 147 kg/ha + manure 10 t/ha the abundance and the accumulation of weed biomass in maize crop on the stage of full ripeness decreased by 20 items/m² (2,5 g/m²). An insignificant decrease in the amount of weeds could be noticed under the application of green manure, straw and biological preparations. Under mineral system of fertilizing the amount of weeds on maize crops decreased by 10 %. On the stage of winter rye full ripeness the amount of weeds decreased by 6–12 items/m² as compared with a variant without the application of fertilizers. The experiment has shown that under the organic fertilizer system (manure 10 t/ha + straw + green manure under maize and rye) an increase in the amount of weed component by 20 %, as compared with a control variant, could be noticed. The experiment has also studied the yield indices of crops under a short-term crop rotation under different fertilizer systems when restoring fertilizer elements from soil by means of straw, green manure, biological preparations and organic fertilizers. It has been found out that during the research years the highest crop yield was registered under the application of organic and mineral systems of fertilizing, that has ensured the increase in winter rye yield by 1,7 t/ha, oats – by 1,5 t/ha, maize and annual grasses – by 1,1 t/ha.

Key words: winter rye, maize, oats, crop rotation, weeds, fertilizer system, factual weediness, sod-podzolic soil.

ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТАХ**Н. В. Грицюк¹, Л. Л. Довбиш¹, А. В. Бакалова¹, О. М. Пузняк²**¹ Поліський національний університет, м. Житомир, Україна² Волинська державна сільськогосподарська станція Інституту картоплярства, Національної академії аграрних наук, с.м.т. Рокині, Волинська область, Україна

В останні роки спостерігається тенденція до створення екологічних, біологічних технологій захисту рослин від шкідливих організмів, у тому числі бур'янів, значну роль в них відіграє сівозміна. У статті представлені результати трьохрічних польових досліджень, проведених у 2016–2018 роках на дерново-підзолистих глинисто-піщаних ґрунтах у довготривалому стаціонарному досліді. Наведено видові та кількісні зміни фактичної забур'яненості, показники урожайності сільськогосподарських культур у ланках короткоротаційної сівозміни під дією різних систем мінерального та органічного живлення. Встановлено, що видовий склад бур'янової синусії у посівах культур сівозміни не показав визначної закономірності його формування і не залежав від системи удобрення. Кількісні зміни забур'яненості посівів, у першу чергу, відбулися під дією вирощування культур і менше залежали від застосування мінеральних та органічних добрив. При застосуванні підвищеного рівня мінерального живлення NPK 147 кг/га + гній 10 т/га відмічено у ланці з кукурудзою у фазі повної стиглості зниження чисельності і накопичення біомаси бур'янів на 20 шт./м² (2,5 г/м²). Незначне зменшення кількості бур'янів відбувся при застосуванні сидерату, соломи та біологічних препаратів. За мінеральної системи живлення на посівах кукурудзи кількість бур'янів зменшилася на 10 %. У посівах жита озимого кількість бур'янів у фазі повної стиглості зменшилася на 6–12 шт./м², порівняно з варіантом, де не застосовували добрива. У всіх культурах сівозміни спостерігали збільшення чисельності бур'янового компоненту за органічної системи удобрення (гній 10 т/га + солома + сидерат під кукурудзу і жито) у середньому на 20 %, порівняно з контрольним варіантом. У досліді також вивчено показники врожайності культур у ланках короткоротаційної сівозміни за різних систем удобрення з компенсацією елементів живлення з ґрунту за рахунок соломи, сидератів, біологічних препаратів та органічних добрив. Встановлено, що за роки досліджень найвищу урожайність зафіксовано при застосуванні орґано-мінеральної системи живлення, що забезпечило приріст врожаю жита озимого – 1,7 т/га, вівса – 1,5 т/га, кукурудзи та однорічних трав – 1,1 т/га.

Ключові слова: жито озиме, кукурудза, овес, сівозміна, бур'яни, системи удобрення, фактична забур'яненість, дерново-підзолистий ґрунт.

Вступ

Однією з основних причин зниження урожайності сільськогосподарських культур є підвищення рівня сегетальної рослинності в агроценозах. Втрати врожаю зернових культур, у тому числі жита та вівса, від забур'яненості посівів сягають 20–25 %. Питома вага бур'янів у біомасі врожаю зернових культур становить 25 %. У орному шарі ґрунту на одному гектарі міститься від 100 млн. до 5 млрд. насіння бур'янів рослин [1].

Забур'яненість агроценозів провокує значні втрати ґрунтової вологи: на утворення одного кілограма сухої речовини бур'яни потребують значно більше води, ніж культурні рослини; наявність бур'янів ускладнює роботу сільськогосподарської техніки, також деякі види бур'янів є місцем резервації багатьох збудників хвороб та шкідників і сільськогосподарських культур [2].

Угрупування бур'янів присутні в структурі агрофітоценозів завжди, утворюють в сукупності компонент із специфічним для кожного поля видовим складом і чисельністю окремих видів бур'янів [3, 4].

Основним способом регулювання рівня чисельності бур'янів в агроценозах сільськогосподарських культур є система обробітку ґрунту, правильна система удобрення, структура сівозміни, застосування гербіцидів. Зазвичай для контролю сегетальної рослинності в агроценозах одного прийому не достатньо, їх необхідно поєднувати [5].

Вивчення кількісного і видового склад бур'янів дає змогу визначити тип забур'яненості посівів та розробити методи їх контролю під наступні культури сівозміни залежно від ланок сівозмін, застосування добрив та способів обробітку ґрунту, а також визначити норми застосування гербіцидів [6].

У сучасному землеробстві найефективніший та мобільний захід проти бур'янів є хімічний метод, однак він має багато недоліків. Є безліч прикладів негативного впливу гербіцидів та продуктів їх дії на оброблювані культури. Непоодинокі випадки забруднення гербіцидами рослинницької продукції, навколишнього середовища, зниження родючості ґрунту, порушення екологічної рівноваги в агроєкосистемах. При застосуванні хімічного методу бур'яни набувають стійкості до препаратів [7, 8].

Оскільки в сучасних умовах вирощування сільськогосподарських культур відмова від застосування гербіцидів, у більшості випадках не можлива, то найбільш доцільним є створення комплексних систем регулювання забур'яненості посівів, в яких застосування гербіцидів буде скорочено до необхідного мінімуму [9]. В інтегрованих системах пріоритет повинні мати запобіжні заходи, а саме системи удобрення та обробітку ґрунту, сівозміна. Важливим резервом захисту від бур'янів є також впровадження у сівозміну проміжних культур. Дослідження вітчизняних вчених показують, що зниження забур'яненості культур при використанні проміжних посівів досягало 30 % [10].

Правильно складена сівозміна знижує загальну засміченість культур суцільного посіву у три-п'ять, а просапних – удвічі. Відзначено, що в сівозміні пригнічуються найнебезпечніші коренепаросткові бур'яни. Деякі науковці стверджують, що інтегровані заходи захисту знижували засміченість агроценозів багаторічними бур'янами до 74 % [11].

Сівозміна є одним з основних прийомів екологізації та біологізації землеробства. На відміну від інших факторів, які часто призводять до погіршення характеристик ґрунту, виникнення різноманітних екологічних проблем, сівозміна є засобом пом'якшення негативних наслідків інтенсифікації землеробства. Науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні дає позитивний вплив на родючість ґрунту, врожайність культурних рослин, якість продукції, сприяє захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії, зниження негативного впливу посух, поліпшення фітосанітарного стану посівів [12, 13].

Крім того, сівозміна є дешевим, доступним і, водночас, ефективним заходом регулювання рівня присутності бур'янів в агроценозах. Чим більше не збігаються цикли розвитку бур'янів та культурних рослин, тим ефективніша дія сівозміни щодо зниження кількості бур'янів у посівах сільськогосподарських культур [14].

Вирощування пшениці озимої у ланках сівозміни із багаторічними травами, кукурудзою на силос, зернобобовими (горох, соя), ріпаком значною мірою впливає як на ріст і розвиток самої культури, так і забур'яненість посівів [15].

Системи удобрення теж безпосередньо впливають на засміченість посівів сільськогосподарських культур. Під впливом добрив значно зростала рясність бур'янів у агроценозах просапних культур. [10]. Крім того, у короткоротаційних сівозмінах кількість бур'янів на удобрених фонах була більшою, ніж на неудобреному фоні. Це можна пояснити тим, що бур'яни використовують елементи живлення значно інтенсивніше, ніж культурні рослини [16, 17]. Але є твердження, що на удобрених і провапнованих ґрунтах культурні рослини набувають швидких темпів росту порівняно з неудобрененими, що створює сприятливі умови для формування конкурентних відносин з бур'янами [18].

Проблема очищення агроценозів від бур'янів надзвичайно актуальна, особливо при введенні екологізації у сільськогосподарське виробництво.

Саме тому, метою наших досліджень є вивчення впливу системи удобрення на рівень забур'яненості і показники продуктивності сільськогосподарських культур у коротко ротаційних сівозмінах.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися на Волинській державній сільськогосподарській дослідній станції (Волинська ДСГДС НААН) упродовж 2016–2018 рр. у довготривалому стаціонарному досліді.

Ґрунт дослідних ділянок дерново-підзолистий, глинисто-піщаний з низьким вмістом гумусу (0,93–0,95 %), кислотність – 4,5–5,0, рухових форм азоту 16–17 мг і калію 8–9 мг на 100 г ґрунту.

Ґрунт має певне морфологічну будову (табл. 1).

1. Морфологічна будова ґрунту

HE - <u>0-25</u> 25	Гумусно-елювіальний горизонт, світло-сірого кольору з нестійкою грудкуватою структурою, слабо ущільнений, вологий, новоутворення відсутні, присутні корені рослин, перехід в наступний горизонт контрастний за кольором.
E - <u>25-50</u> 25	Елювіальний (підзолистий) горизонт, білосогого кольору, майже суцільно складається з аморфної борошністої присипки SiO ₂ , безгумусний, пластинчасто-грудкуватої структури, мало ущільнений, в нижній частині зустрічаються залізисті новоутворення у вигляді конкрецій.
I - <u>50-122</u> 72	Ілювіальний горизонт, сизувато-бурого кольору, найбільш ущільнений, горіхувато-призматичної структури, містить значну кількість новоутворень заліза, марганцю у вигляді конкрецій, прожилок, перехід до ґрунтоутворної породи поступовий.
Pgl - <u>122-151</u> 29	Материнська порода – оглеєна, сизо-бура, суглиниста, водно льодовикового походження, з окремими плямами піску.

Джерело: [19].

Сівозміна зерно-просапна 4–пільна, типова для зони Полісся : 1 – однорічні трави, 2 – озиме жито, 3 – кукурудза, 4 – овес.

Вивчення забур'яненості у короткоротаційній сівозміні досліджували на чотирьох фонах добрив у поєднанні з сидератами:

1. Контроль без добрив.
2. Органно-мінеральна система, гній 10 т/га і NPK 147 кг/га.
3. Мінеральна система, NPK 147 кг/га .
4. Органічна система, гній 10 т/га + сидерат під кукурудзу і озиме жито + солома.
5. Біологічна система (сидерат + солома + біопрепарати Планриз, 1 л/га, Триходермін, 2 л/га).

Сидеральна культура – пелюшка, яка висівається з зарубкою сидеральної маси восени перед замерзанням ґрунту. Розмір ділянок для добрив 6 м × 51 м = 306 м², посівна ділянка – 25,2 м × 6 м = 153 м², облікова ділянка – 23 м × 4 м = 92 м². Повторність в досліді триразова.

Облік забур'яненості посівів проводили на ділянках 1 м² на усіх культурах сівозміни кількісно-ваговим методом у двох фазах розвитку культури: фаза сходів та фаза повної стиглості [20].

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз видового складу бур'янового компоненту в ланках сівозміни у фазі повної стиглості культур, показав велике різноманіття малорічних і багаторічних бур'янів. А саме домінували у посівах такі однорічні бур'яни – мишій сизий і зелений, куряче просо, лобода біла, ромашка непахуча, щиряця біла, підмаренник чіпкий, гірчак берізковидний, галінсога дрібноквітова, грицики звичайні. Серед багаторічних бур'янів переважали берізка польова, осот рожевий. Видовий склад бур'янів у сівозміні не показав визначної закономірності його формування і не залежав від системи удобрення, що неможливо сказати про чисельність бур'янів (табл. 2).

Встановлено, що найбільшу чисельність бур'янів у всіх культурах сівозміни спостерігали за органічної системи удобрення. Найвищу кількість бур'янів було виявлено у посівах кукурудзи у фазі повної стиглості культури. Так, за органно-мінеральної системи удобрення кількість бур'янів зменшилася на 20 шт./м² (2,5 г/м²); за мінеральної системи – на 13 шт./м² (1,4 г/м²); за біологічної – 5 шт./м² (0,8 г/м²) порівняно з контрольним варіантом, де добрива не застосовували. При застосуванні 10 т/га гною та сидерату (пелюшка) на посівах кукурудзи чисельність бур'янів зросла на 12 шт./м² (0,9 г/м²) порівняно з контрольним варіантом. Це сталося, очевидно, за рахунок кількості насіння бур'янів, яке було у гною.

Жито озиме є найбільш конкурентоздатною культурою по відношенню до бур'янової рослинності і тому у ланці сівозміни з житом спостерігали найменшу чисельність бур'янів. Кореневі виділення жита пригнічують схожість, ріст і розвиток бур'янів. Кількість бур'янів за органно-мінеральної, мінеральної та органічної системи у фазі повної стиглості практично не змінювалася і була меншою на 6–12 шт./м² (0,2–0,4 г/м²) порівняно з контрольним варіантом. За біологічної системи удобрення, де застосовували сидерат, солому, біопрепарати кількість бур'янів зменшилася на 4 шт./м² (0,3 г/м²) порівняно з контрольним варіантом.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Забур'яненість посівів сільськогосподарських культур залежно від систем удобрення, шт./м² на г/м² (2016–2018 рр.)

Фази розвитку культури	Системи удобрення				
	без добрив	органо-мінеральна	мінеральна	органічна	біологічна
Однорічні трави					
Сходи	62/7,0	74/8,6	70/8,4	67/8,2	64/7,5
Повна стиглість	84/9,0	83/9,9	96,2/10,8	110/12,2	92/10,7
Жито озиме					
Сходи	50/5,3	38/4,9	39/5,3	40/4,8	44/5,0
Повна стиглість	62/7,3	54/5,8	50/5,4	56/5,9	58/6,4
Кукурудза					
Сходи	141/16,4	127/14,7	140/16,0	137/15,9	134/15/7
Повна стиглість	180/21,9	160/19,3	167/20,4	192/22,7	175/21,0
Овес					
Сходи	80/9,6	86/10,5	98/11,8	111/13,0	93/10,7
Повна стиглість	114/10,2	121/13,4	134/15,6	148/17,5	129/14,8

Примітки: 1. Контроль без добрив; 2. Органно-мінеральна система, гній 10 т/га і NPK 147 кг/га; 3. Мінеральна система, NPK 147 кг/га; 4. Органічна система, гній 10 т/га + сидерат під кукурудзу і озиме жито + солома. 5. Біологічна система (сидерат + солома + біопрепарати Планриз, 1 л/га, Триходермін, 2 л/га).

Тенденцію до збільшення кількості бур'янів спостерігали у ланках сівозміни – овес та однорічні трави. На посівах вівса у фазі повної стиглості системи удобрення не вплинули на зменшення небажаної рослинності. Найбільшу кількість бур'янів спостерігали при органічній 148 шт./м² (17,5 г/м²) та мінеральній 134 шт./м² (15,6 г/м²) системах удобрення. Майже на одному рівні кількість бур'янів спостерігали при біологічному 129 шт./м² (14,8 г/м²) і орґано-мінеральному 121 шт./м² (13,4 г/м²) живлені. В цілому кількість бур'янів у фазу сходів залежно від системи удобрення вівса зросла в середньому на 19 шт./м² (5,1 г/м²) порівняно з контрольним варіантом. Очевидно, це відбулося через попередник кукурудза, в посівах якої було найбільше однорічних бур'янів, насіння яких залишилося у ґрунті.

Застосування різних систем удобрення у короткоротаційній системі сприяло підвищенню урожайності всіх культур сівозміни (табл. 3).

3. Урожайність сівозміни за різних систем удобрення (2016–2018 рр.)

Системи удобрення	Жито озиме		Кукурудза		Однорічні трави		Овес	
	урожайність, т/га	приріст врожаю, т/га	урожайність, т/га	приріст врожаю, т/га	урожайність, т/га	приріст врожаю, т/га	урожайність, т/га	приріст врожаю, т/га
Контроль без добрив	1,9	–	4,9	–	5,1	–	2,3	–
Органно-мінеральна система	3,6	+1,7	6,0	+1,1	6,2	+1,1	3,8	+1,5
Мінеральна система	3,4	+1,5	5,6	+0,7	5,9	+0,8	3,0	+1,2
Органічна система	3,1	+1,2	5,7	+0,8	5,5	+0,4	2,5	+0,7
Біологічна система	2,3	+0,4	5,4	+0,6	5,6	+0,5	2,1	+0,2

Найвищу урожайність культур сівозміни зафіксовано на фоні повної норми внесення NPK 147 кг/га та 10 т/га гною (орґано-мінеральна система), що забезпечило приріст врожаю жита озимого – 1,7 т/га, вівса – 1,5 т/га, кукурудзи та однорічних трав – 1,1 т/га. Варіант на фоні біологічного удобрення, у середньому за роки проведених досліджень, мав найменші показники урожайності. Система удобрення на основі сидерату, соломи та біопрепаратів Планриз 1 л/т, Триходермін, 2 л/т забезпечила

приріст урожаю: жито озиме – 0,4 т/га, кукурудза – 0,6 т/га, однорічні трави – 0,5 т/га, овес – 0,2 т/га порівняно з контрольним варіантом.

Висновки

1. У короткоротаційній сівозміні забур'яненість сільськогосподарських культур залежала більше від ланок сівозміни, ніж від системи удобрення. Із застосуванням 10 т/га + NPK 147 кг/га загальна чисельність бур'янів на посівах кукурудзи у фазі повної стиглості зменшилася на 20 шт./м², жита озимого – на 8 шт./м² порівняно з варіантом, де добрива не застосовували. У посівах вівса, навпаки, на удобрених варіантах чисельність бур'янів зросла у середньому на 19 шт./м² порівняно з контролем.

2. Продуктивність культур у ланках сівозміни значною мірою залежить від системи удобрення. Найкращу врожайність культур сівозміни отримали на фоні органо-мінерального живлення: жито озиме – 3,6 т/га, кукурудза – 6,0 т/га, однорічні трави – 6,2 т/га, овес – 3,8 т/га.

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у вивченні видового складу сегетальної рослинності у короткоротаційній сівозміні залежно від системи удобрення.

References

1. Hrytsiuk, N. V., Plotnyska, N. M., Tymoshchuk, T. M., Dovbysh L. L., & Bondareva, L. M. (2020). Influence of tillage on weediness of winter wheat crops in Polissya Ukraine. *Scientific horizons*, 05 (90), 15–21. doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-15-21
2. Rahman, M. M. (2017). Weed management in conservation agriculture. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 7 (3), 301–302. doi: 10.15406/apar.2017.07.00257.
3. Bakalova, A. V., Hrytsiuk, N. V., Stoliar, S. H., & Tkalenko, N. M. (2020). Special aspects of the development of black currant bushes depending on weediness level in the Ukrainian Polissia. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (4). 18–22. doi: 10.15421/2020_161
4. Furmanets, M. H., Furmanets, Yu. S., & Markarian, V. V. (2021). Influence of systems of the main tillage and fertilizers with use of by-products on weediness of crops of crop rotation. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho NUS*, 98 (1), 239–246. doi: 10.31395/2415-8240-2021-98-1-239-246 [In Ukrainian].
5. Kryvenko, A. I., Pochkolina, S. V., & Bezede, N. H. (2019). The species composition of the weeds and the turbidity of winter wheat crops, depending on their predecessors and different systems of basic tillage in the Black Sea. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 108, 53–62. doi: 10.32851/2226-0099.2019.108.8 [In Ukrainian].
6. Tsvei, Ya. P., Tyshchenko, M. V., & Denysenko, O. V. (2018). Weediness of winter wheat crops in short-rotation crop rotation. *Novitni Ahrotekhnologii*, 6, 10–16. [In Ukrainian].
7. Hnatiuk, T. O., & Didora, V. H. (2018). Influence of different fertilizer systems on winter rye productivity in short-rotation crop rotation. *Naukovyi Visnyk NLTU Ukrainy*, 28 (8), 37–39. doi: 10.15421/40280807 [In Ukrainian].
8. Nichols, V., Verulst, N., Cox, R., & Govaerts, B. (2015). Weed dynamics and conservation agriculture principles. *Field Crops Research*, 183, 56–68. doi: 10.1016/j.fcr.2015.07.012
9. Hrytsiuk, N. V., Dovbysh, L. L., Puzniak, O. M., Leshko, T. S., & Osadchuk, Ya. P. (2021). Phytosanitary condition of winter rye crops depending on the system of fertilizers and biological preparations on sod-podzolic soils. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 121, 29–36. doi: 10.32851/2226-0099.2021.121.4 [In Ukrainian].
10. Shuvar, I., Korpita, H., Binert, B., & Boiko, I. (2019). Formation of the herbological state of agrocenosis of short rotation of the western Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu: Ahronomiia*, 23, 97–102. doi: 10.31734/agronomy2019.01.097 [In Ukrainian].
11. Kravchuk, M. M., Kropyvnytskyi, R. B., Klymenko, T. V., Yarmolovych, O. O., & Kropyvnytskyi, V. B. (2020). Weediness of winter rye crops depending on the methods of tillage in the transition to organic farming. *Scientific Horizons*, 01 (86), 39–45. doi: 10.33249/2663-2144-2020-86-1-39-45
12. Tsvei, Ya. P., Tyshchenko, M. V., & Filonenko, S. V. (2018). Monitoring of turbidity of crops in the field of beet crop rotation in production conditions. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 23–30. doi: 10.31210/visnyk2018.01.03
13. Markovska, O. Ie., Maliarchuk, M. P., & Maliarchuk, A. S. (2019). Weed infestation and crop rotation productivity on irrigation depending on the ratio of crops and tillage systems. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 106, 230–236. [In Ukrainian].

-
14. Shcherba, M. M., Kachmar, O. Y., Dubytska, A. O., Vavrynovych, O. V., & Taravska, O. V. (2021). Influence of fertilizer systems and precursors on the yield and grain quality of winter wheat in short-rotation crop rotations. *Peredhirne ta Hirske Zemlerobstvo i Tvarynnystvo*, 69 (2), 137–153. doi: 10.32636/01308521.2021-(69)-2-9 [In Ukrainian].
15. Belous, I. N., Shapovalov, V. F., & Malyavko, G. P. (2017). Application of fertilizer systems for winter rye cultivation in conditions of the South-West of Non-Chernozem Zone. *Agrochemistry*, 9, 49–57. doi: 10.7868/S0002188117090058
16. Torlina, O. M. (2015). Influence of short-rotation crop rotations and fertilizer systems on weediness of sugar beet crops. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 6, 68–71. [In Ukrainian].
17. Yezerkovskiy, A. V., Bogatyr, L. V., Karaulna, V. M., Kozak, L. A., Grabovskiy, M. B., & Grabovskaya, T. O. (2018). Efficiency of basic cultivation and fertilization for winter rye organic growing on peat-gley soils in the Left bank of Forest Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 128–133. doi: 10.15421/2018_319
18. Tkachuk, V. P., Saiuk, O. A., Plotnytska, N. M., Hurmanchuk, O. V., & Pavliuk, I. O. (2018). Influence of methods of basic tillage and fertilizer systems on weediness of field crops. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 70–73. doi: 10.31210/visnyk2018.01.11
19. Veremeienko, S. I., Dovbysh, L. L., & Kravchuk, M. M. (2016). Workshop on forest soil science: textbook. manual (for students majoring in 205 "Forestry"), Zhytomyr.
20. Gritsayenko, Z. M., Gritsayenko, A. A., & Karpenko, V. P. (2003). Methods of biological and agrochemical research of plants and soils. Kyiv: CJSC "NICHILAVA".

Стаття надійшла до редакції: 24.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Грицюк Н. В., Довбиш Л. Л., Бакалова А. В., Пузняк О. М. Забур'яненість короткоротаційної сівозміни залежно від системи удобрення на дерново-підзолистих ґрунтах. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 77–83.

© Грицюк Наталя Вікторівна, Довбиш Лариса Леонідівна, Бакалова Алла Володимирівна,
Пузняк Оксана Михайлівна, 2022

Agriculture.
Plant growingBULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMYISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>

original article | UDC 631.54:635.64:631.544.4 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.10

PRODUCTIVITY AND QUALITY INDICATORS OF INDETERMINANT TOMATO HYBRIDS

V. P. Sievidov*

ORCID  [0000-0002-3826-5149](https://orcid.org/0000-0002-3826-5149)

I. V. Sievidov

ORCID  [0000-0003-1627-8296](https://orcid.org/0000-0003-1627-8296)

State Biotechnological University, Alchevsky st., 44, Kharkiv, 61002, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: sevidov.vp@gmail.com

How to Cite

Sievidov, V. P., & Sievidov, I. V. (2022). Productivity and quality indicators of indeterminate tomato hybrids. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 84–89. doi: 10.31210/visnyk2022.01.10

One of the main areas of intensification of the vegetable growing industry is the level of manufacturability in the process of caring for crops and harvesting, which, among other things, depends on the biological potential of hybrids. Given the constant increase in the range of tomatoes available in Ukraine, certain aspects of substantiating the features of the formation of the crop of indeterminate tomato hybrids in terms of the formation of an effective technology for growing tomatoes in spring film greenhouses remain insufficiently studied and quite relevant at the present stage. The purpose of the research was to evaluate and select the yield of tomato hybrids for growing in film greenhouses. Experimental studies were carried out for five years in a field crop rotation. The experimental site is located in the eastern part of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine, on the territory of the Kharkiv district of the Kharkiv region. The following F1 hybrids were studied in the experiment: Berberana, Panekra, Matias, Belfort, Tobolsk, Zulfiya, Signora, Ronda, Makhitos, Bostina, Alamina, Yarina, Toivo. The conducted studies showed that the biometric characteristics of tomato plants significantly depended on the hybrid under study. The influence of the hybrid genotype on the level of productivity of modern tomato hybrids when grown in film greenhouses was determined. In the course of the experiment, it was determined that F1 hybrids of Signora, Belfort and Matias were distinguished by a set of biometric indicators, which, when grown in a spring film greenhouse, develop better and have better ratios of vegetative mass, plant height, leaf surface area and average fruit weight. Based on the results of the field experiment, it was shown that the Berberana F1 hybrid plants (control) formed an average yield during the growing season at the level of 15.5 kg/m². The highest yield was recorded in the Signora F1 hybrid – 16.9 kg/m², which is 1.4 kg/m² more than the control. The Matias F1 hybrid also showed itself well, the yield of which was 16.4 kg/m², and was 0.9 kg/m² more than the control. It was determined that F1 hybrids Mathias and Signora, which are characterized by the best growth and development of plants and show the highest yield among the studied ones, turned out to be the best for growing in film greenhouses in the spring-summer crop change.

Key words: tomato, protected ground, hybrid, technology, quality characteristics, yield.

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ І ЯКОСТІ ГІБРИДІВ ПОМІДОРУ
ІНДЕТЕРМІНАНТНОГО ТИПУ

В. П. Сєвідов, І. В. Сєвідов

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

У дослідженні наведено результати вивчення впливу сортименту досліджуваних гібридів томатів індетермінантного типу на продуктивність та якісні роки врожайності. Адже одним з

основних напрямів інтенсифікації галузі овочівництва, зважаючи на постійне збільшення доступного в Україні сортименту помідора, є дослідження, оцінка та підбір за біологічним потенціалом гібридів помідорів індетермінантного типу для вирощування в плівкових теплицях. Враховуючи постійне збільшення асортименту томатів, наявних в Україні, окремі аспекти обґрунтування особливостей формування врожаю індетермінантних гібридів томатів з точки зору формування ефективної технології вирощування томатів у весняних плівкових теплицях залишаються недостатньо вивченими. Метою досліджень була оцінка та підбір за врожайністю продукції гібридів помідорів для вирощування у плівкових теплицях. Експериментальні дослідження проводили протягом п'яти років у польовій сівоzmіні. Дослідження проводилося впродовж п'яти років на території Харківського району Харківської області. Проведені дослідження показали, що біометричні характеристики рослин томатів істотно залежать від досліджуваного гібрида. Встановлено вплив генотипу гібриду на динаміку формування біометричних показників та визначено, що за комплексом біометричних показників виділились гібриди помідора F1 Сігнора, Белфорт і Матіас які, за вирощування у весняній плівковій теплиці, розвивались найкраще. Досліджено вплив генотипу гібриду на рівень урожайності сучасних гібридів помідорів, за вирощування їх у плівкових теплицях. Максимально високу урожайність зафіксували у гібрида Сігнора F1 – 16,9 кг/м², що більше від контролю на 1,4 кг/м². Також гарно себе показав гібрид Матіас F1, урожайність якого становила 16,4 кг/м², і була більше від контролю на 0,9 кг/м². Кращими для вирощування у плівкових теплицях у весняно-літній культурозміні виявились гібриди F1 Матіас і Сігнора, які характеризуються найкращим ростом і розвитком рослин та показують найвищу серед досліджуваних урожайність.

Ключові слова: помідор, захищений ґрунт, гібрид, технологія, якісні ознаки, урожайність.

Вступ

Помідор є визначною овочевою рослиною і виробництво та споживання його мають неабияке важливе значення. Цим питанням приділяють значну увагу в усьому світі. Важливим елементом впливу на показники урожайності помідорів також є рівень технологічності у процесі догляду за посівами та при збиранні врожаю який, у тому числі, залежить від біологічного потенціалу гібридів. Виробництво помідорів заслуговує на особливу увагу, оскільки їх обсяг у загальній структурі виробництва овочевої продукції досить значний, а показники якості найкраще задовольняють європейські вимоги. Адже аналіз якісних показників показує, що українська овочева продукція може гідно конкурувати на іноземних ринках [1–4].

Існує ряд досліджень, присвячених аналізу результатів господарської діяльності за впровадження сучасних сортів та гібридів разом з виробничими технологіями, адже саме ці особливості є детермінантами і безпосередньо впливають на показники врожайності і якості плодів помідора [5–13].

Як показують дослідження, в даний час генетична різноманітність культивованих помідорів дуже мала. Вибір гібриду повинен бути виправданий, у тому числі, і з погляду кращих загальних якісних характеристик при короткостроковому та тривалому зберіганні. Хоча у ранніх гібридів плоди краще зберігають щільність та якість, плоди гібридів пізніших строків дозрівання виявляються більш придатними для переробки [14–15].

Вплив гібриду на врожайність і якість помідорів, показано в дослідженнях проведених у Туреччині. Метою цього дослідження було порівняльне вимірювання впливу та варіації гібридів і виробників на врожайність і якість томатів, вирощених 12 різними виробниками в центральному регіоні Анталії, в осінній вегетаційний період 2013–2014 років (з серпня до березня). У досвіді використовувалося п'ять товарних гібридів томату (Yeliz, Lamia, 7806, Asil, Mira). Вплив як гібрида, так і виробника виявився значним ($p < 0,05$). З усіх вимірів урожайності та якості плодів максимальні середні відмінності, зумовлені виробниками, були вдвічі більшими, ніж у відмінності гібридів (28,2 % та 14,1 %) [16].

Іспанські науковці виявили у своїх дослідженнях значну взаємодію між навколишнім середовищем і генотипом було виявлено для 36 і 42 варіантів відповідно. Показавши, таким чином, що ефект сорту є найбільш вагомим фактором зміни більшості морфологічних ознак рослин помідорів, а також ваги, форми, сухої речовини та умісту розчинних сухих речовин [17].

У Шрі-Ланці було проведено дослідження гібридного сорту тепличних помідорів Volcano. Висота рослин, загальна кількість листя і загальна площа листя істотно не розрізнялися між обробками. У проведених дослідженнях отримано товарний урожай на рівні 9,83 кг/м² [18].

Мета наших досліджень полягала у визначенні особливостей технології вирощування і формування врожаю помідорів у захищеному ґрунті у плівкових теплицях весняного періоду.

Вважаючи на постійне збільшення доступного в Україні асортименту помідора, окремі аспекти обґрунтування особливостей формування врожаю індетермінантних гібридів помідора в частині формування ефективної технології вирощування помідора у весняних плівкових теплицях, залишаються недостатньо вивченими та є досить актуальними на сучасному етапі.

Матеріали і методи досліджень

Експериментальні дослідження проводились впродовж 2017–2021 рр. у польовій сівозміні. Дослідна ділянка знаходиться в східній частині лівобережного Лісостепу України, на території Харківського району Харківської області. Ґрунт на дослідній ділянці характеризується агрономічно-цінною зернисто-грудчастою структурою. У досліді вивчали наступні гібриди F1: Берберана (контроль), Панекра, Матіас, Белфорт, Тобольськ, Зульфія, Сігнора, Ронда, Махітос, Бостіна, Аламіна, Ярина, Тойво.

Плоди помідору збирали вибірково по мірі формування плодів 3 рази на тиждень згідно з вимогами діючого стандарту – ДСТУ 3246-95 «Помідори свіжі. Технічні умови» [19]. Облік і спостереження у досліді проводили згідно із загальноприйнятими методиками відповідно «Методики дослідної справи в овочівництві та баштанництві» [20]. Статистичну обробку дослідних даних проводили за допомогою комп'ютерної програми «Statistica 6» використовуючи метод дисперсійного аналізу.

Результати досліджень та їх обговорення

На початку вегетації помідори росли повільно, бо вони мали слабо розгалужену кореневу систему, але після пікірування спостерігали більш інтенсивний ріст. Одиначна поява першого справжнього листка відмічена через 4–5 діб після загальних сходів, а загальна поява через 6–7 діб. Проведені дослідження показали, що біометричні показники рослин помідору значно залежали від досліджуваного гібриду (табл. 1).

1. Біометричні вимірювання рослин гібридів помідору в період плодоношення, в середньому за 2017–2021 рр.

Гібрид	Довжина стебла, см	Діаметр стебла, см	Кількість листків, шт.	Кількість китиць, шт.	Середня вага одного плоду, г	Плодів у китиці, шт.
Берберана F1 (К)	295,0	2,0	26	11	125,0	5
Панекра F1	285,0	2,1	25	10	140,0	4
Матіас F1	293,0	1,9	26	12	130,0	4
Белфорт F1	312,0	2,0	27	12	120,0	4
Зульфія F1	280,0	1,8	25	10	100,0	4
Сігнора F1	325,0	2,1	28	12	145,0	4
Ронда F1	290,0	1,9	25	11	102,0	4
Махітос F1	270,0	1,9	24	10	110,0	5
Бостіна F1	310,0	2,0	27	12	125,0	4
Аламіна F1	325,0	1,8	28	12	105,0	5
Ярина F1 (2021 р.)	270,0	1,9	23	10	80,0	6
Тойво F1	275,0	2,0	24	10	130,0	4

В цілому за досліджуваний період визначено гібриди помідора, які мали найвищі біометричні показники розвитку рослин у фазу плодоношення. Так вимірюючи рослини у фазу плодоношення встановлено, що довжина стебла у контрольного варіанту становила 295,0 см. Найменша довжина була відмічена у гібридів F1 Мохітос і Ярина – 270,0 см, на 8,5 % менша від контролю. А максимальні показники висоти відзначено у гібридів F1 Сігнора і Аламіна – на рівні 325,0 см, на 10,2 % більш високорослі ніж на контролі у гібриду Берберана F1. Діаметр стебла у фазу плодоношення становив, в середньому від 1,8 см у гібридів F1 Зульфія і Аламіна до 2,1 см у гібридів F1 Панекра і Сігнора. На контролі діаметр стебла становив 2,0 см.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Максимальну кількість листків отримали у гібридів F1 Сігнора і Аламіна – 28 листків, на 7,7 % більше контролю. У гібридів F1 Махітос і Тойво отримали, в середньому, по 24 листка, на 7,7 % менше контролю. Мінімальну кількість відзначено у гібриду Ярина F1 – 23 листка, на 11,5 % менше контролю. На контролі кількість листків була 26 шт. В цілому, на всіх гібридах спостерігали оптимальну кількість листків для даних гібридів.

На всіх гібридах була оптимальна для фази плодоношення кількість китиць для даних гібридів від 10 шт. у гібридів F1 Панекра, Зульфія, Махітос, Бостіна, Ярина, Тойво до 12 шт. у гібридів F1 Матіас, Белфорт, Сігнора, Бостіна, Аламіна. у контрольному варіанті і у гібриду Ронда F1 – 11 шт.

Кількість плодів у китиці по всіх варіантах коливалась від 4 до 6 шт. та залежала від особливостей гібриду. Кількість плодів у китиці контрольного варіанта – 5 шт. Максимальна середня вага одного плоду спостерігається у гібридів F1 Матіас (145 г) і Панекра (140,0 г), що відповідно на 16 та 12 % більше ніж на контролі, із середнім показником кількості плодів у китиці – 4 шт. Мінімальна середня вага одного плоду спостерігалась у гібриду Ярина F1 – 80,0 г з середнім показником кількості плодів у китиці – 6 шт., що на 36 % менше за контрольний варіант.

Одним з найважливіших показників, які зумовлюють доцільність вирощування того чи іншого гібриду помідора є врожайність. За результатами проведених досліджень встановлено, що врожайність товарних плодів змінювалась по роках досліджень і залежала від сортименту досліджуваних гібридів. Так, за період 2017-2021 рр. досліджувані гібриди F1 помідору забезпечили врожайність від 12,5 до 16,7 кг/м² (табл. 2).

2. Урожайність гібридів помідору за 2017-2021 рр., кг/м²

Гібрид	Рік					В середньому	Прибавка врожаю	
	2017	2018	2019	2020	2021		кг/м ²	%
Берберана F1 (К)	16,5	14,1	14,5	14,4	18,0	15,5	-	-
Панекра F1	16,0	15,2	15,9	15,5	17,1	15,9	+0,4	+2,8
Матіас F1	16,8	15,5	16,2	16,0	17,6	16,4	+0,9	+5,9
Белфорт F1	15,7	14,6	15,2	15,0	16,0	15,3	-0,2	-1,3
Зульфія F1	15,2	13,6	14,0	14,0	17,4	14,8	-0,7	-4,3
Сігнора F1	17,4	16,0	16,6	16,1	18,4	16,9	+1,4	+9,0
Ронда F1	14,0	13,2	13,8	13,3	13,7	13,6	-1,9	-12,3
Махітос F1	14,2	13,0	12,9	13,0	13,5	13,3	-2,2	-14,1
Бостіна F1	16,1	15,0	15,4	15,8	16,4	15,7	+0,2	+1,5
Аламіна F1	14,3	13,2	12,0	12,6	13,8	13,2	-2,3	-15,0
Ярина F1	–	–	–	–	10,1	10,1	-5,4	-34,8
Тойво F1	13,7	13,0	12,5	12,8	13,4	13,1	-2,4	-15,6

За досліджуваний період найбільша урожайність 16,9 кг/м² відмічена у гібрида Сігнора F1, що на 9 % перевищує контроль Берберана F1 (15,5 кг/м²). Гібриди F1 Матіас, Панекра і Бостіна також перевищували за урожайністю контроль на 5,9; 2,8 та 1,5 % відповідно. Меншу контролю врожайність показали гібриди F1 Белфорт, Зульфія, Ронда, Махітос, Аламіна, Ярина, Тойво. Гібрид Ярина F1 показав найменшу врожайність, зокрема у 2021 році – на рівні 10,1 кг/м², на 34,8 % менше контролю. Тож за умов вирощування помідору в весняно-літній культурозміні плівкової теплиці найкращими виявилися гібриди F1 Сігнора і Матіас. Гібриди F1 Панекра і Бостіна за продуктивністю були практично на рівні контролю.

Показники урожайності свідчать про те, що різниця в біометричних параметрах простежується залежно сортименту досліджуваних гібридів помідорів індетермінантного типу. З отриманих результатів ми бачимо, що рослини гібриду Берберана F1 (контроль) сформували за вегетацію середню урожайність на рівні 15,5 кг/м². Максимально високу урожайність зафіксували у гібрида Сігнора F1 – 16,9 кг/м², що більше від контролю на 1,4 кг/м². Також гарно себе показав гібрид Матіас F1, урожайність якого становила 16,4 кг/м², і була більше від контролю на 0,9 кг/м². Гібрид Ярина F1 показав найнижчу урожайність на рівні 10,1 кг/м², що менше контролю на 5,4 кг/м².

Висновки

За результатами аналізу експериментальних даних процесів росту і розвитку гібридів помідору, за комплексом біометричних показників виділились гібриди F1 Сігнора, Белфорт і Матіас які, за вирощування у весняній плівковій теплиці, розвиваються найкраще та мають кращі співвідношення показників вегетативної маси, висоти рослини, площі листкової поверхні та середньої ваги плоду. Для одержання максимально можливого рівня врожайності помідорів за вирощування у плівкових теплицях у весняно-літній культурозміні рекомендується вирощувати гібриди F1 Матіас і Сігнора, які характеризуються найкращим ростом і розвитком рослин та показують найвищу серед досліджуваних урожайність – на рівні 16,4–16,9 кг/м², відповідно.

Перспективи подальших досліджень. Подальшими перспективами досліджень вивчення впливу генотипу гібриду на динаміку формування біометричних показників та рівень урожайності сучасних гібридів помідорів індетермінантного типу, за вирощування їх у плівкових теплицях вважаємо визначення господарської ефективності вирощування сучасного сортименту гібридів помідора залежно від вирощуваного гібриду.

References

1. Sievidova, I. (2013). Influence of vegetable production quality on the competitiveness of vegetable growing. of "Journal of Lviv National Agrarian University" *Visnik L'viv's'kogo Nacional'nogo Agrarnogo Universitetu. Ekonomika APK*, 20 (1), 302–306.
2. Sevidov, V. (2016). Innovational constituents of stable development of vegetable cultivation branch in Kharkiv region. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Ahronomiia*, 20, 82–86.
3. The food and agriculture organization of the United Nations statistical database: romen farming, (2018). *FAOSTAT*. Retrieved from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
4. Cook, E. (Ed.). (2018). Agriculture, forestry and fishery statistics. Publications Office of the European Union. Imprimeries Bietlot Frères in Belgium.. doi: 10.2785/340432
5. Sievidova, I., Pakhucha, E., Oliynyk, O., Oliynyk, T., & Plyhun, S. (2020). Integration of Economic Aspects in the Research of the Agricultural Market of Ukraine. *European Journal of Sustainable Development*, 9 (4), 395–408. doi: 10.14207/ejsd.2020.v9n4p395
6. Zaller, J. G. (2007). Vermicompost in seedling potting media can affect germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *European Journal of Soil Biology*, 43, 332–336. doi: 10.1016/j.ejsobi.2007.08.020
7. Leshchenko, L. O., & Sievidov, V. P. (2015). Suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku ovochivnytstva v Ukraini. *Visnyk KhNAU. Serii: Ekonomichni nauky*, 3, 317–324. [In Ukrainian].
8. Abdel Gawad, G., Arslan, A. Gaihbe, A., & Kadouri, F. (2005) The effects of saline irrigation water management and salt tolerant tomato varieties on sustainable production of tomato in Syria (1999–2002). *Agricultural Water Management*, 78 (1-2), 39–53. doi: 10.1016/j.agwat.2005.04.024.
9. Sievidova, I. O., & Plyhun, S. V. (2022). Determinanty efektyvnosti zbutovoi diialnosti pidpriemstv v umovakh hlobalizatsii. *Scientific bases of modern investigations. Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference*. (49–51). Helsinki, Finland [In Ukrainian].
10. Budak, Z., & Erdal, İ. (2016). Effect of foliar calcium application on yield and mineral nutrition of tomato cultivars under greenhouse condition. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 4 (1), 1–10.
11. Fahad, S., Bajwa, A. A., Nazir, U., Anjum, S. A., Farooq, A., Zohaib, A., Sadia, S., Nasim, W., Adkins, S., Saud, S., Ihsan, M. Z., Alharby, H., Wu, C., Wang, D., & Huang, J. (2017). Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1147. doi: 10.3389/fpls.2017.01147
12. Sievidova, I., & Leshchenko, L. (2020). Analysis of the efficiency of different channels of agricultural enterprises products sales. *Galic'kij Ekonomičnij Visnik*, 65 (4), 60–67. doi: 10.33108/galicianvisnyk_tntu2020.04.060
13. Shenge, K. C., Mabagala, R. B., & Mortensen, C. N. (2010) Current status of bacteria-speck and spot diseases of tomato in three tomato-growing regions of Tanzania. *Journal Agricultural Extention and Rural Development*, 2 (5), 84–88.
14. Bai, Y., & Lindhout, P. (2007). Domestication and Breeding of Tomatoes: What have We Gained and What Can We Gain in the Future? *Annals of Botany*, 100 (5), 1085–1094. doi: 10.1093/aob/mcm150

-
15. Tigist, M., Workneh, T. S., & Woldetsadik, K. (2011). Effects of variety on the quality of tomato stored under ambient conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 50 (3), 477–486. doi:10.1007/s13197-011-0378-0
16. Gözükar, G., & Kaplan, M. (2017). Are genotypes of hybrid tomato adequate to getting high yield and quality?. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30 (2), 151–154.
17. Figàs, M. R., Prohens, J., Raigón, M. D., Pereira-Dias, L., Casanova, C., García-Martínez, M. D., Rosa, E., Soler, E., Plazas, M., & Soler, S. (2018). Insights into the adaptation to greenhouse cultivation of the traditional mediterranean long shelf-life tomato carrying the alc mutation: a multi-trait comparison of landraces, selections, and hybrids in open field and greenhouse. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1–16. doi: 10.3389/fpls.2018.01774
18. Weerakkody, W. A. P., & Mawalagedera, S. M. M. R. (2020). Recent developments in vegetable production technologies in Sri Lanka. *Agricultural Research for Sustainable Food Systems in Sri Lanka*, 189–214. doi:10.1007/978-981-15-2152-2_9
19. DSTU 3246-95. *Pomidory svizhi. Tekhnichni umovy*. Chynnyi vid 1997-01-01. (1997). Kyiv [In Ukrainian].
20. Bondarenko, H. L., & Yakovenko, K. I. (Red.). (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi: 3-e vydannja*. Kharkiv: Osnova [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 26.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Сєвідов В. П., Сєвідов І. В. Показники продуктивності і якості гібридів помідору індетермінантного типу. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 84–89.

© Сєвідов Володимир Петрович, Сєвідов Ігор Володимирович, 2022



original article | UDC 58:069.029+57.082.11:634+634.662 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.11

THE DIFFERENCE OF SAMPLES OF *ZIZYPHUS JUJUBA* MILL., 1768
IN THE COLLECTION OF THE KHOROL BOTANICAL GARDENV. V. Krasovsky^{1*}ORCID  [0000-0002-8302-6593](https://orcid.org/0000-0002-8302-6593)T. V. Cherniak¹ORCID  [0000-0001-5463-2642](https://orcid.org/0000-0001-5463-2642)M. O. Antonets²ORCID  [0000-0002-2046-713X](https://orcid.org/0000-0002-2046-713X)O. A. Antonets²ORCID  [0000-0001-6741-9023](https://orcid.org/0000-0001-6741-9023)¹ Khorol botanical garden, Kremenchutska street 1/79, office 46, town Khorol, Poltava region, 37800, Ukraine² Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: horolbotsad@gmail.com

How to Cite

Krasovsky, V. V., Cherniak, T. V., Antonets, M. O., & Antonets, O. A. (2022). The difference of samples of *Zizyphus jujuba* Mill., 1768 in the collection of the Khorol botanical garden. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 90–95. doi: 10.31210/visnyk2022.01.11

Among the population of the forest-steppe zone of Ukraine, there is an increased interest in the growing of subtropical fruit plants, in particular, the *Zizyphus jujuba* Mill. For the gradual introduction of a new fruit plant into the culture, there is foremost a need to create a gene pool environment of the species involving methods of introduction and selection. A significant role in solving this problem is given to botanical gardens. They are the ones to introduce and select plants. One of the main directions of scientific research of the Khorol Botanical Garden is the introduction of subtropical fruit crops in the forest-steppe of Ukraine, where the collection of *Z. jujuba* plants was selected. It consists of 50 plants. They are 11 years old and have the life-form of a tree. Plants are planted in two rows, 4 meters apart, and with a 2 meters distance among plants on each row. The shape of the trees is improved by pruning and forming their trunks and crowns. Three-year hybrid seedlings of *Z. jujuba* were taken as planting material of the collection. The local middle-fruited specimen created as a result of several reproductive cycles was used as the source for winter hardiness. Hybrid seeds were harvested from it. Samples of large fruits were also used, but with defective seeds that definitely need protection from frost in the winter conditions of the forest-steppe of Ukraine. Valuable *Z. jujuba* genotypes such as Ta-Yang-Tsao and of the Vakhshsky varieties were used as hybrids as the source of large fruits. They were introduced by the transfer of vegetative material in the form of cuttings. The study on the difference of *Z. jujuba* samples was conducted after the morphological description of the collection during 2019–2021. The sample was considered excellent in the case of distinguishing it from others by the method of comparing the descriptions of the samples. The research revealed valuable genotypes, namely 11 samples different from those available in the collection. Among them, the most important elements of the novelty of the samples are namely short stature, small amount or absence of thorns, the size of the fruiting shoot, size of the leaf blade, size of the fruit, shape of the fruit, fruit weight, and the fruit's juiciness. The Natural and climatic conditions of the forest-steppe of Ukraine contribute to the cultivation of selected samples. These samples are also characterized by high vegetation productivity and fruiting.

Key words: *Zizyphus jujuba*, forest-steppe of Ukraine, collection, sample, difference.

ВІДМІННІСТЬ ЗРАЗКІВ *ZIZYPHUS JUJUBA* MILL., 1768 У КОЛЕКЦІЇ ХОРОЛЬСЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУВ. В. Красовський¹, Т. В. Черняк¹, М. О. Антонець², О. А. Антонець²¹Хорольський ботанічний сад, м. Хорол, Україна²Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Серед населення лісостепової зони України зростає зацікавленість у вирощуванні субтропічних плодових рослин, зокрема, *Zizyphus jujuba* Mill. Для поступового введення в культуру нової плодової рослини виникає необхідність у створенні середовища генофонду виду із залученням методів інтродукції та селекції. Значна роль у розв'язанні цієї проблеми відведена ботанічним садам. Вони якраз і проводять інтродукцію та селекцію рослин. Одним з основних напрямків наукових досліджень Хорольського ботанічного саду є інтродукція субтропічних плодових культур в Лісостеп України. Виокремлено колекцію рослин *Z. jujuba*, що презентована 50 рослинами. Вони є віком 11 років та мають життєву форму дерева. Рослини висаджено у два ряди з кроком у ряду 2 м і на відстані між рядами 4 м. Форми дерев поліпшено шляхом обрізки та формування штамбу і крони. За посадковий матеріал колекції взято трирічні гібридні сіянці *Z. jujuba*. У якості джерела зимостійкості використали місцевий середньоплідний зразок, створений у результаті кількох репродуктивних циклів. З нього й заготовляли гібридне насіння. Також використовували зразки з крупними плодами, але з неповноцінним насінням, яке в умовах Лісостепу України неодмінно потребує захисту у зимовий період від морозів. У якості джерела крупноплідності до гібридизації залучали такі цінні генотипи *Z. jujuba* як сорти Та-Ян-Цзао та Вахиський. Вони інтродуковані перенесенням вегетаційного матеріалу у вигляді живців. Дослідження на відмінність зразків *Z. jujuba* проведено після морфологічного опису колекції упродовж 2019–2021 років. Зразок відносили до відмінного у випадку вирізнення його з-поміж інших методом порівняння описів зразків. У процесі досліджень виявлено цінні генотипи, а саме 11 зразків відмінних з-поміж наявних у колекції. Серед них найважливішими елементами новизни є низькорослість, мала кількість або відсутність колючок, величина плодоносного пагона, величина листової пластинки, розміри плоду, основна форма плоду, маса плоду, соковитість плоду. Природньо-кліматичні умови Лісостепу України визначено як ті, що сприяють культивуванню відібраних зразків. Вони характеризуються також високою вегетативною продуктивністю та плодоношенням.

Ключові слова: *Zizyphus jujuba*, Лісостеп України, колекція, зразок, відмінність.

Introduction

In conditions when the number of days with low temperatures in the autumn-winter period is decreasing, the population of the forest-steppe zone of Ukraine has an increased interest in the growing subtropical fruit crops. *Zizyphus jujuba* Mill is known among such cultures. This is due to the fact that *Z. jujuba* plants have high drought resistance, are resistant to viral and fungal diseases, bacteriosis, cancer, and are not damaged by insects. Therefore, they do not require protection with special chemicals for the garden. Jujube is highly esteemed for its nutritional value.

The Bible says of such plants: "The fruit thereof shall be for meat, and the leaf thereof for medicine" [1]. Moldovan scholars note that jujube has been "successfully introduced into the culture in Stavropol, Moldova, and Ukraine. In terms of the complex of biologically active components, it is unique among fruit plants cultivated in Asian and European countries. Jujube fruits in the fresh and processed form are used in the treatment of vitamin deficiency, cirrhosis of the liver and kidney stones" [2]. They are superior to other fruit crops in terms of dry matter content and have a rich chemical composition. *Z. jujuba* has long been known for its healing properties. Eating its fruits lowers blood pressure, strengthens blood vessels, accelerates the recovery of the body after severe illness [3–8].

Margarita and Oleksandr Karnatovsky suggest "the use of jujube in green building because it has original beautiful crowns, leaves and brightly colored fruits. Moreover, jujube is decorative throughout the growing season" [9].

For the gradual introduction of a new fruit plant into the culture, there is a need to create and further form in the changed natural and climatic conditions of the gene pool of the species with the involvement of methods of introduction and selection [10, 11]. A significant role in solving this problem is given to

botanical gardens, that conduct the introduction and selection of plants. This is of great environmental, scientific and economic importance [12].

One of the main directions of scientific research of the Khorol Botanical Garden is the introduction of subtropical fruit crops in the forest-steppe of Ukraine. In 2014, a significant collection of *Z. jujuba* from introduced highly adaptive specimens of the species was established on the territory of the garden in the scientific zone [13]. The collection of *Z. jujuba* specimens is maintained in a viable condition by the staff of the institution and is preserved as a local population hybrid fund of the species [14–17]. This collection is located on the northern border of the cultural range of the species. It is a valuable genetic material for selection for winter hardiness and other economic indicators [18, 19].

The aim of the research was to characterize the *Z. jujuba* specimens available in the collection for difference and to identify promising specimens for distribution in the forest-steppe of Ukraine.

Materials and methods of research

The research material is a species *Z. jujuba*. This is a branchy thorny bush or small tree up to 3–8 m tall with angularly tortuous bare, reddish-brown branches. At the corners of the branches there are paired strong and sharp thorns up to 3 cm long and thin, straight, greenish, two-row leafy shoots, resembling a complex pinnate leaf. Leaves are leathery, glabrous, dark green on the top, shiny, oblique, their form varies from oblong-ovate to broadly lanceolate. Side parts are obtuse, rounded or weakly heart-shaped at the base, obtuse- and fine-toothed, on short petioles or almost sessile with small stipules at the base. Flowers are stellate, small (3–4 mm in diameter), greenish, in dense globular inflorescences on very short peduncles. Fruits – drupes, are spherical, oblong, pear-shaped or barrel-shaped, reddish-brown, and shiny, usually with one stone. Flesh is floury, chubby, in some samples – juicy. Depending on the sample, *Z. jujuba* plants have their own parameters according to the average fruit weight and are conventionally divided into small-fruited, medium- and large-fruited with a fruit weight of 5 g, 5 to 10 g and more than 10 g, respectively [20].

The plant collection of *Z. jujuba* in the Khorol Botanical Garden is presented by 50 plants aged 11 years. They have the life-form of a tree. Plants are planted in two rows, 4 meters apart, and with a 2 meters distance among plants on each row. The shape of trees is improved by pruning and forming the trunk and crown.

Three-year hybrid seedlings of *Z. jujuba* were used as planting material of the collection, where the local medium-fruited specimen was used as a source of winter hardiness. It is created as a result of several reproductive cycles. Hybrid seeds were harvested from it. We also used samples with large fruits, but defective seeds, which in the conditions of the forest-steppe of Ukraine definitely need protection in winter from severe frosts. Valuable *Z. jujuba* genotypes such as Ta-Yang-Tsao and Vakhshsky varieties were used as hybrids as a source of large fruits. They are introduced by the transfer of vegetation material in the form of cuttings [19, 21].

Seedlings planted in 2014 in the process of growth and development showed a significant splitting of parental forms with the formation of new first-generation hybrids with valuable morphological and ecological features.

A sample of the gene pool of a species (culture) is the lowest unit of the collection of plant gene pool samples that can be reproduced in genetic integrity. In the case of fruit crops, the sample may be plants or parts thereof, in particular cuttings. A specimen meets the condition of difference if it is clearly different from any other specimen in the collection.

Studies on the difference between *Z. jujuba* specimens were performed after the morphological description of available specimens of the collection during 2019–2021. The sample was considered different in the case of distinguishing it from others by the method of comparing the descriptions of the samples [22, 23, 24].

Research results and their discussion

Z. jujuba is a suitable object of introduction and selection due to such bioecological properties of the plant as high fertility, annual flowering and fruiting. *Z. jujuba* prototypes of the Khorol Botanical Garden during the growing season have time to go through all its inherent phases of development and prepare for the transition to a state of rest.

In the process of research of hybrid specimens of *Z. jujuba* of the Khorol Botanical Garden, valuable genotypes were identified, namely 11 specimens that are different from those available in the collection (Table 1, 2).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Biometric difference of selected samples of jujube (parameters of leaves, fruits, seeds are averaged)

№ s / n	Indicator		Samples (number)				
			4-5-3	4-5-5	4-5-6	4-5-8	4-5-9
1.	Height of plants, cm		140	205	210	195	200
2.	The power of tree growth		average height	vigorous	vigorous	average height	average height
3.	Vegetation period, days		205	205	205	204	200
4.	The number of thorns on annual growth, pcs.		16	2	6	-	7
5.	Annual shoot in length, cm		35.0	55.0	71.0	37.0	82.0
6.	Annual shoot in thickness, cm		0.7	0.7	0.6	0.7	1.0
7.	One-year shoot. Internodes in length, cm		5.0	9.0	8.0	6.3	9.5
8.	Fruiting shoot in length, cm		18.0	15.5	19.5	18.0	24.8
9.	Leaf blade, cm	length	4.5	5.3	5.0	5.0	4.5
		width	2.5	2.6	2.6	2.2	2.4
10.	Shape of the leaf blade		egg-like	egg-like	egg-like	egg-like	egg-like
11.	Petiole in length, cm		0.3	0.5	0.4	0.6	0.6
12.	Size of the fruit, cm	diameter	1.7	2.1	2.2	2.4	2.2
		length	2.9	3.4	2.9	2.7	2.4
13.	The main shape of the fruit (side view)		narrowly elliptical	elliptical	elliptical	round	round
14.	The shape of the top of the fruit in the longitudinal section		obtuse	round	round	round	round
15.	Fruit weight, g		5.0	8.5	6.7	8.4	5.6
16.	The color of the fruit flesh		white and green	white and green	white and green	white and green	white and green
17.	The consistency of the fruit flesh		soft	moderately hard	moderately hard	moderately hard	moderately hard
18.	The juiciness of the fruit		high	average	average	average	average
19.	Bone size, cm	length	2.3	2.3	2.0	2.1	1.9
		width	0.7	0.6	0.6	1.0	0.7
20.	Bone shape		narrowly elliptical	narrowly elliptical	narrowly elliptical	broadly elliptical	narrowly elliptical
21.	Bone mass, g		0.4	0.4	0.4	0.6	0.4
22.	Time of fruit maturity		average	average	average	average	average

2. Biometric difference of selected samples of jujube (parameters of leaves, fruits, seeds are averaged)

№ s / n	Samples (number)					
	Khorol large-fruited	4-5-15	4-5-17	5-5-5	5-5-15	5-5-17
1.	235	155	148	144	160	182
2.	vigorous	small stature	small stature	small stature	small stature	average height
3.	215	202	205	200	200	200
4.	9	2	5	6	5	6
5.	84.0	42.0	44.0	24.0	47.0	59.0
6.	1.1	0.7	0.7	0.5	0.6	0.7
7.	5.5	4.3	5.2	3.7	6.2	6.5
8.	16.0	18.0	13.4	16.5	17.0	16.0
9.	6.6	4.9	4.9	4.1	4.7	4.5
	3.3	2.2	2.0	2.1	2.2	1.9
10.	egg-like	egg-like	egg-like	egg-like	egg-like	egg-like
11.	0.9	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

12.	3.0	2.6	2.4	2.0	2.4	2.5
	3.9	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0
13.	pear-shaped	round	round	elliptical	elliptical	round
14.	round	round	round	round	round	notched
15.	14.0	10.1	8.2	6.2	8.6	9.6
16.	white-green	white-green	white- green	white-green	white-green	white-green
17.	moderately hard	moderately hard	moderately hard	moderately hard	moderately hard	moderately hard
18.	average	average	average	average	average	average
19.	2.3	2.0	1.9	2.0	2.0	1.9
	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8
20.	narrowly elliptical	narrowly elliptical	narrowly elliptical	narrowly elliptical	narrowly elliptical	narrowly elliptical
21.	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.5
22.	late	average	average	average	average	average

The most important elements of the novelty of the samples:

- short stature: 4–5–17;
- small number or absence of thorns: 4–5–5, 4–5–8, 4–5–15;
- size of the fruiting shoot: 4–5–9;
- size of the leaf blade: Khorol large-fruited;
- fruit sizes: 4–5–5, Khorol large-fruited, 5–5–15, 5–5–17;
- main form of fruit: Khorol large-fruited;
- fruit weight: 4–5–5, Khorol large-fruited, 4–5–15, 5–5–17;
- fruit juiciness: 4-5-3.

Conclusions

The main method of selection of *Z. jujuba* in the Khorol Botanical Garden is selection and hybridization. The criterion for their evaluation for the difference was the biometric description of plants. Among 50 documented samples of *Z. jujuba*, 11 were identified, which are characterized by a number of biometric indicators and, in our opinion, are suitable for distribution. The selected samples are economically valuable material for further selection and orcharding of the forest-steppe zone of Ukraine. The natural and climatic conditions of the forest-steppe of Ukraine contribute to the cultivation of selected samples on distinctive grounds, because they are characterized by high vegetative productivity and fruiting. The spread of the species in the forest-steppe zone of Ukraine, as well as the use of *Z. jujuba* fruits will make it possible to supplement the diet of the population with valuable biologically active substances.

References

1. King James Version of the Bible. (n.d.). Religion Past and Present. doi: 10.1163/1877- 5888_rpp_dum_11577
2. Linda, L. P., Knyazeva, S. D., Karazhiya, V. F., Sarandi, T. A., Yushan, L. D. Odobescu, L. V., & Gordeyeva, V. N., (2018). Products of healthy nutrition from fruits of untraditional crop of *Ziziphus jujuba* Mill. Scientific Works of North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-Making, 17, 163–166. doi: 10.30679/2587-9847-2018-17-163-166
3. Hrabovetska, O. A. (2019). Spozhyvchi ta tsinni vlastyvosti maloposhyrenykh plodovykh: azymina, zyzyfus, khurma. *Dosiahnennia ta kontseptualni napriamy vyroshchuvannia maloposhyrenykh plodovoyahidnykh kultur ta pererobky yikh syrovyny: materialy I Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (Novosilky, 18–19 December, 2018). Kyiv [In Ukrainian].
4. Mykeladze, A. D. (1988). *Unaby – Zizyphus jujuba* Mill. *Subtropycheskye plodovie y tekhnicheskoye kulturi*. Moskva: Ahropromyzdat [In Russian].
5. Soloveva, M. F. (1987). *Malorasprostranennie plodovo-yahodnie rastenya*. Kyshynev: Kartia Moldoveniaske [In Russian].
6. Kazas, A. N. (Red.). (2012). *Subtropycheskye plodovie y orekhoplodnie kulturi: nauchno-spravochnoe yzdanye*. Symferopol: YT «Aryal» [In Russian].

7. Cheban, S. D., Dolid, A. V., Silenko, V. O., & Cherednychenko, L. I. (2013). *Tsytrusovi ta subtropichni plodovi kultury*. Kamianets-Podilskyi [In Ukrainian].
8. Shevchenko, S. V. (2004). Byolohyia tsvetenyia, opilenyia y oplodotvorenyia Zizyphus jujuba Mill. Puty sovershenstvovanyia asortymenta plodovikh, subtropicheskikh y orekhoplodnykh kultur dlia promyshlennoho sadovodstva yuha Ukraini. *Trudy Nikitskogo Botanicheskogo Sada*, 118, 116–120. [In Russian].
9. Karnatovska, M., & Karnatovskyi, O. (2016). Decorative forms of *Zizyphus jujuba* Mill. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra.
10. Rakhmetov, D. B., Haponenko, M. B., & Cherevchenko, T. M. (2017). *Adaptatsiia introdukovanykh roslyn v Ukraini: monohrafiia*. Kyiv: Fitosotsiotsentr [In Ukrainian].
11. Shaitan, Y. M., Moroz, P. A., & Klymenko, S. V. (1983). *Yntroduktsiia y selektsiia yuzhnykh y novykh plodovikh rastenyi*. Kyev: Naukova dumka [In Russian].
12. Kratko, O., Muntian, L., & Demchuk, L. I. (2021). Environmental safety of Ukraine in the context of sustainable developmen. *Ecological Sciences*, 34 (7), 219–224. doi: 10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.37
13. Krasovskyi, V. V., & Cherniak, T. V. (2020). Osoblyvosti formuvannia kolektsii unabi spravzhnogo (*Zizyphus jujuba* Mill.) v Khorolskomu botanichnomu sadu. The european potential for development of natural science. doi: 10.30525/978-9934-26-006-3-6 [In Ukrainian].
14. Krasovsky, V. (2021). Taking into account the morphological structure of shoots of *Zizyphus jujuba* Mill. and their in vegetative reproduction by shield for example. *Ecological Sciences*, 36 (3), 167–170. doi: 10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.27
15. Krasovsky, V. (2021). Connection of biomorphological and ecological features *Zizyphus jujuba* Mill. during vegetative reproduction by shield for example in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Ecological Sciences*, 37 (4), 178–181. doi: 10.32846/2306-9716/2021.eco.4-37.27
16. Krasovsky, V., & Cherniak, T. (2021). Determination of decorativity of *Zizyphus jujuba* Mill. introduced in the Forest-Steppe zone of Ukraine. *Ecological Sciences*, 38 (5), 87–91. doi:10.32846/2306-9716/2021.eco.5-38.15
17. Cherevchenko, T. M., Rakhmetov, D. B., & Haponenko, M. B. (2012). *Zberezheniia ta zbahachenniia roslynnykh resursiv shliakhom introduktsii, selektsii ta biotekhnologii: monohrafiia*. Kyiv: Fitosotsiotsentr. [In Ukrainian].
18. Hel, I. M. (2015). *Praktykum iz prykladnoi selektsii plodovykh i ovochevykh kultur. II chastyna. Plodovi, yahidni ta horikhoplidni kultury*. Lviv. [In Ukrainian].
19. Krasovsky, V. (2020). Big fruitage selection of jujube in Khorol botanical garden. *Ecological Sciences*, 33 (6), 128–132. doi: 10.32846/2306-9716/2020.eco.6-33.19
20. Synko, L. T. (1975). Zyzyfus – *Zizyphus jujuba* Mill. In: *Kataloh vydov, sortov y hybrydnykh form subtropicheskikh plodovikh kultur, proyrazstaiushchykh v hosudarstvennom Nykytskom botanycheskom sadu*. Yalta: HNBS [In Russian].
21. Synko, L. T., Lytvynova, T. V., & Shevchenko, S. V. (1999). Selektsiia zyzyfusa. Yntensyfykatsiia selektsii plodovikh kultur. *Trudy Nikitskogo Botanicheskogo Sada*, 118, 78–83. [In Russian].
22. Tkachyk, S. O. (Red.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy plodovykh, yahidnykh, horikhoplidnykh, subtropichnykh ta vynohradu na prydatnist do poshyrennia v Ukraini*. Vyd. 2-he., vypr. i dop. Vinnytsia: FOP Korzun [In Ukrainian].
23. *Polozhennia pro reiestratsiiu zrazkiv henofundu roslyn u Natsionalnomu tsentri henetychnykh resursiv roslyn Ukrainy*. (2012) Kharkiv: Instytut roslynnytstva im. V. Ya. Yurieva NAAN [In Ukrainian].
24. Riabchun, V. K., Kuzymyshyna, N. V., & Zadorozhna, O. A. (2019). Stan i problemy formuvannia banku henetychnykh resursiv plodovykh, yahidnykh, horikhoplidnykh, maloposhyrenykh i dekoratyvnykh kultur v Ukraini. *Dosiahnennia ta kontseptualni napriamy vyroshchuvannia maloposhyrenykh plodovo-yahidnykh kultur ta pererobky yikh syrovyny: materialy I Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (Novosilky, 18–19 December, 2018). Kyiv [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 15.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Красовський В. В., Черняк Т. В., Антонець М. О., Антонець О. А. Відмінність зразків *Zizyphus jujuba* Mill., 1768 у колекції Хорольського ботанічного саду. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 90–95.

© Красовський Володимир Васильович, Черняк Таїсія Василівна, Антонець Марина Олексіївна, Антонець Олександр Анатолійович, 2022



original article | UDC 636.085/.087-025.24:001.82:006.015.5 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.12

DETERMINATION OF HOMOGENEITY OF FEED FOR ANIMALS USING FERROMAGNETIC MICROTRACERS

T. V. Sakhno^{1,2*}A. O. Semenov²Y. E. Sakhno³N. N. Barashkov⁴ORCID  [0000-0001-7049-4657](https://orcid.org/0000-0001-7049-4657)ORCID  [0000-0003-3184-6925](https://orcid.org/0000-0003-3184-6925)ORCID  [0000-0001-8115-739X](https://orcid.org/0000-0001-8115-739X)ORCID  [0000-0003-2494-9248](https://orcid.org/0000-0003-2494-9248)¹ Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine² Poltava University of Economics and Trade, 3, Kovalia str., Poltava, 36003, Ukraine³ University of Delaware, 210 South College Ave. Newark, Delaware, DE 19716, USA⁴ Micro Tracers, Inc., 1370 Van Dyke Ave, San Francisco, California, CA 94124, USA

*Corresponding author

E-mail: sakhno2003@ukr.net

How to Cite

Sakhno, T. V., Semenov, A. O., Sakhno, Y. E., & Barashkov, N. N. (2022). Determination of homogeneity of feed for animals using ferromagnetic microtracers. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 96–102. doi: 10.31210/visnyk2022.01.12

As the productivity of animals increases, there is a necessity to increase the requirements for feed homogeneity. In countries with developed livestock feed with homogeneity of 95 % consider to be excellent, 90 % – good, 80 % or less – unacceptable. The requirement for homogeneity of compound feeds has increased in recent years due to the complexity of their formulation, which includes more and more components. Besides, it is not important whether the components get into the feed directly through the mixer or they introduced through premixes. The article substantiates the feasibility of using ferromagnetic microtracers to evaluate the homogeneity of feed in order to improve their quality, and obtain an international certificate of GMP + (B1 and B2). Ferromagnetic microtracers are particles of iron or stainless steel, on the surface of which are adsorbed food dyes of different colors. When preparing vitamin, mineral or medicinal premixes, the microtracer is used to indicate their presence in the finished feed, as well as to identify feed additives and feeds containing such additives. The studies were performed using a rotary detector using manufacturer-certified Microtracers F-series (particle size from 125 to 400 microns). Analysis of the quality of the mixing process was performed in accordance with the new version of the GMP + BA2 standard using as an example a domestic feed mill. 20 samples were taken and statistical evaluation was performed according to the Poisson distribution. The calculated probability of homogeneity of compound feed mixing was good ($p = 5.1\%$), which meets the requirements of the international standard GMP + B1. Such feed is safe for animals and provides guarantees to the consumer in the production, processing, trade, storage and transportation of feed ingredients and animal feed not only in Ukraine but also in most European countries.

Key words: compound feed, microtracer, homogeneity, rotary detector, international standard GMP +, mixing.

ВИЗНАЧЕННЯ ГОМОГЕННОСТІ КОРМІВ ДЛЯ ТВАРИН З ВИКОРИСТАННЯМ ФЕРОМАГНІТНИХ МІКРОТРЕЙСЕРІВ

Т. В. Сахно^{1,2}, А. О. Семенов², Ю. Е. Сахно³, М. М. Барашков⁴

¹ Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

³ Університет Делавера, м. Ньюарк, Делавер, США

⁴ Micro Tracers, Inc., м. Сан-Франциско, Каліфорнія, США

Зі збільшенням продуктивності тварин підвищуються вимоги до однорідності кормів. У країнах з розвиненим тваринництвом комбікорм з однорідністю 95 % вважають відмінним, 90 % – добрим, 80 % і менше – не прийнятним. Вимога до однорідності комбікормів за останні роки зросла у зв'язку з ускладненням їх рецептури, що включає все більше компонентів, при цьому не відіграє особливої ролі: чи компоненти потрапляють у корми безпосередньо в змішувач або з преміксами. У статті обґрунтовано доцільність використання феромагнітних мікротрейсерів для оцінки гомогенності кормів з метою підвищення їх якості й отримання міжнародного сертифіката GMP+ (B1 та B2). Феромагнітні мікротрейсери є частинками заліза або нержавіючої сталі, на поверхні яких адсорбовані харчові барвники різних кольорів. При складанні вітамінних, мінеральних або лікарських преміксів мікротрейсер використовується для позначення їхньої присутності в готових кормах, а також для ідентифікації кормових добавок та кормів, що містять такі добавки. Дослідження проводились за допомогою обертового детектора з використанням сертифікованих виробником мікротрейсерів Microtracer F (розмір частинок яких від 125 до 400 мікрон). Аналіз якості процесу змішування відповідно до нової версії стандарту GMP+BA2 проводився для працюючого вітчизняного комбікормового заводу. Було відібрано 20 зразків і здійснено статистичну оцінку відповідно до розподілу Пуассона. Розрахована ймовірність однорідності змішування комбікормів виявилася гарною ($p = 5,1\%$), що відповідає вимогам міжнародному стандарту GMP+B1. Такий комбікорм є безпечним для тварин і надає гарантії споживачеві щодо виробництва, обробки, торгівлі, зберігання та транспортування кормових інгредієнтів і кормів для тварин не лише в Україні, а й у більшості європейських країн.

Ключові слова: комбікорм, мікротрейсер, гомогенність, обертовий детектор, міжнародний стандарт GMP+, змішування.

Вступ

Комбікормова галузь є запорукою розвитку тваринництва, птахівництва, рибальства та харчової промисловості, зокрема виробництва м'ясоковбасних виробів і являється досить перспективною через існування потужної сировинної бази в Україні. Для того, щоб конкурувати як на внутрішньому, так і на європейському ринках, підприємства повинні виробляти безпечні харчові продукти високої якості, які відповідають очікуванням споживачів [1]. При цьому набуває актуальності запровадження системи управління якістю, щоб переконатися, що підприємство контролює безпеку виробленого корму [2, 3]. У даний час для контролю якості змішування кормів застосовуються тести на однорідність, засновані на різних індикаторах або трейсерах, наприклад, харчових барвниках [4, 5]. Як трейсери сучасні методики також передбачають використання таких речовин, як хлориди, сполуки фосфору, кальцію, марганцю, кобальту, а також вітаміни, амінокислоти, лікарські препарати [6, 7].

Доцільно зазначити, що одним із важливих етапів виробництва промислових кормів є процес змішування, який визначає однорідність суміші, що, як наслідок, впливає на кінцеву якість корму [8]. Контролювати цей процес також важливо для виробників кормів для тварин, які експортують його на європейський ринок, для отримання сертифіката GMP+ (B1 та B2) [9].

Встановлено, що однорідність корму для курчат та поросят раннього віку є важливим фактором, що впливає на зростання та споживання корму. Тварини старшого віку споживають більше корму, який довше затримується у шлунково-кишковому тракті, тому вони менш чутливі до варіабельності його складу [10–12].

На сьогодні проведення досліджень якості змішування кормів найбільш ефективно за допомогою маркерів – феромагнітних мікротрейсерів, виробництва Американської компанії Micro-Tracers, Inc (Сан-Франциско, Каліфорнія, США), що обумовлено їх перевагами [13]:

- 1) їх повна безпека для тварин, що призводить до відсутності необхідності знищення вмісту змішувачів після закінчення тесту;
- 2) низька витрата мікротрейсера (не більше 50 г на тонну преміксу або комбікорму);
- 3) відомі та фіксовані точність і похибка;
- 4) аналіз може бути виконаний на місці виробництва кормів, що особливо корисно за необхідності діагностики проблем змішування, які вимагають швидких відповідей.

Феромагнітні мікротрейсери широко використовуються в таких галузях сільськогосподарського виробництва, як оцінка якості змішування продукції, маркування компонентів комбікормів, контроль за крос-контамінацією та оцінка ефективності роботи змішувачів [14, 15]. Перевірка процесу змішування продукції передбачає такі процедури: вибір індикатора, додавання мікротрейсера до тестової подачі, відбір проб продукції, аналіз зразків, інтерпретація результатів [16, 17]. Аналіз якості змішування здійснюється за допомогою банки Мейсона (рис. 1) або обертального детектора (рис. 2).



Рис. 1. Банка Мейсона, фільтрувальний папір, розчинник



Рис. 2. Обертальний детектор для аналізу наявності мікротрейсерів

Феромагнітні мікротрейсери є частинками заліза або нержавіючої сталі, на поверхні яких адсорбовані харчові барвники різних кольорів. Існують три типи мікротрейсерів, що виробляються на основі заліза (Microtracers TM) [18]:

1. Microtracer F (залізна крихта, 25 тис. частинок на грам).
2. Microtracer FS (нержавіюча сталь, 50 тис. частин на грам).
3. Microtracer RF (відновлений порошок заліза, більше 1 млн частинок на грам).

При складанні вітамінних, мінеральних або лікарських преміксів мікротрейсер використовується для позначення їхньої присутності в готових кормах, а також для ідентифікації кормових добавок та кормів, що містять такі добавки [19]. При кількісному аналізі Microtracers можуть використовуватися не тільки для визначення ефективності змішування, але і для оцінки адекватності періодичного «очищення» змішувачів та іншого обладнання при виробництві кормів [20]. Виявлення трейсера у зразках готового корму здійснюється за допомогою магнітного зонда [21].

Мета дослідження: проаналізувати гомогенність кормів для тварин за допомогою феромагнітних мікротрейсерів з метою підвищення їх якості й отримання міжнародного сертифіката GMP+ (B1 та B2).

Завдання дослідження: розкрити доцільність використання феромагнітних мікротрейсерів для визначення якості змішування комбікормів (однорідність суміші), що, як наслідок, впливає на кінцеву якість корму для тварин; обґрунтувати доцільність сертифікації виробництва кормів для тварин відповідно до міжнародних сертифікатів GMP+B1 та GMP+B2; оцінити якість процесу змішування комбікормів за допомогою кількості частинок мікроіндикаторів у послідовних пробах.

Матеріали і методика досліджень

Сьогодні нами проводяться лабораторні дослідження якості змішування кормів для тварин за допомогою обертального детектора (рис. 2) з використанням сертифікованих виробником Microtracer F (розмір частинок яких від 125 до 400 мікрон) та метод F-Lake 100 м. д. Завдяки цьому аналізу виробники можуть отримати міжнародні сертифікати GMP+B1 та GMP+B2, відповідно до стандарту GMP+BA 2.

Розглянемо дослідження аналізу технології виробництва промислових комбікормів на працюючому вітчизняному комбікормовому заводі, взявши стадію змішування як контрольні точки, що мають

критичне значення для безпечності харчової продукції. Щороку завод проходить аудит Голландських фахівців на відповідність міжнародному стандарту GMP+B1. Тому дослідження якості процесу змішування відповідно до нової версії стандарту GMP+BA2 є обов'язковим.

Дослідження оцінки якості процесу змішування проводилося відповідно до наведеного стандарту, який передбачає проходження наступних етапів для вимірювання однорідності та перехресного забруднення змішувачів з використанням мікротрейсерів.

1. Невеликий паперовий фільтр поміщали на магніт у обертальному детекторі та накрили верхній бункер.

2. Зважували зразків в мішечках, фіксували вагу.

3. Повністю перенесли зразок у працюючий обертальний детектор, залишок в мішечку зважили та записали.

4. Зупинили бункер обертального детектора.

5. Увімкнули обертальний детектор для так званого режиму чищення (він працює протягом 5 с, а потім знову автоматично зупиняється). Протягом цих 5 с очистили невеликий фільтрувальний папір і край кільця, що фіксує, від легких домішок корму (в основному, дрібних частинок пилу) за допомогою щітки.

6. Повністю змочили великий фільтрувальний папір у резервуарі для проявочного розчину, поклали фільтрувальний папір на чисту гладку робочу поверхню та видалили надлишки проявочного розчину папером.

7. Зняли кільце з магніту й обережно перенесли невеликий фільтрувальний папір прямо вгору від ротора без втрати частинок мікротрейсера.

8. Розмагнітили частинки мікротрейсера на маленькому фільтрувальному папері.

9. Перенесли маленький фільтрувальний папір горизонтально над великим фільтрувальним папером.

10. Висипали частинки мікротрейсера з маленького фільтрувального паперу на великий фільтрувальний папір так, щоб усі частинки лежали окремо.

Приблизно через 10 с перенесли великий фільтрувальний папір в сушильну шафу, і поява кольору частинок мікротрейсера зупиняється за рахунок тепла.

11. Пінцетом витягли великий фільтрувальний папір із сушильної шафи, коли вона висохне. Підписали великий фільтрувальний папір олівцем.

Кожна частка мікротрейсера проявляється у вигляді кольорової точки на великому фільтрувальному папері (рис. 3).

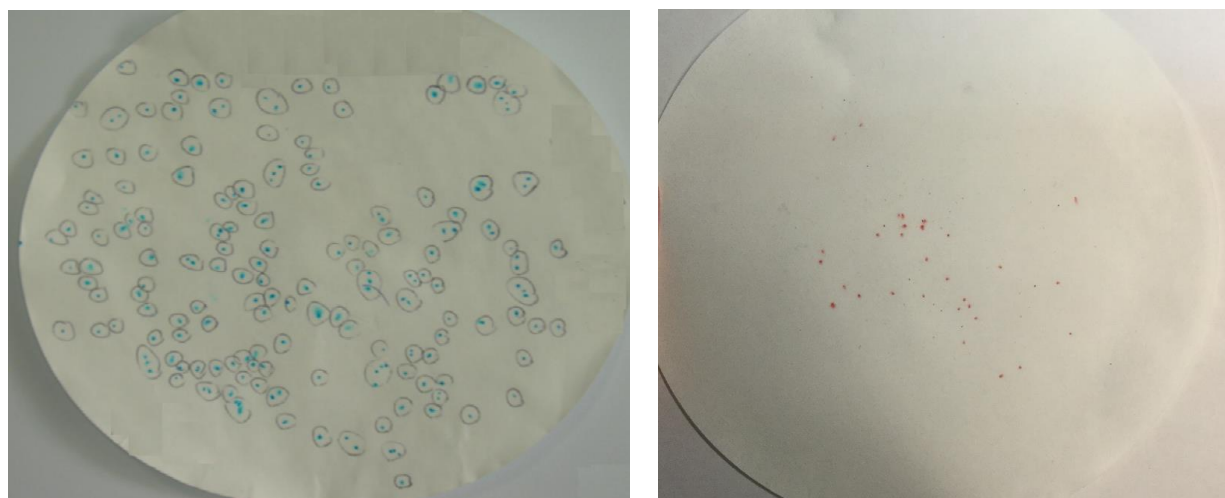


Рис. 3. Визначення кількості мікротрейсерів на фільтрувальному папері

Кількість кольорових точок дорівнює кількості частинок. Підрахунок точок здійснюється розрахунком або за допомогою відповідної комп'ютерної системи (наприклад, системи оцінки та оцінки зображень TraCo). Для отримання правильних результатів статистична оцінка виконується відповідно до розподілу Пуассона [22].

Результати досліджень і їх обговорення

У дослідженні якості змішування кормів був використаний типовий змішувач для широко використовуваної конструкції лінії дозування та змішування. Суміш в обох змішувачах дозували автоматично, рекомендований виробником час змішування становить 3 хв. Відповідно до стандартів на комбікорм змішувачі повинні характеризуватися здатністю до змішування: для виробництва всіх кормових сумішей (здатність змішування 1 : 10000) – коефіцієнт варіації $\leq 15\%$, для виробництва преміксів (здатність змішування 1 : 100000) – коефіцієнт варіації $\leq 10\%$.

Отримані результати вимірювань перевіряли статистично для визначення коефіцієнта варіації як величини для оцінки якості процесу змішування на основі критеріїв (табл.).

**Кількість частинок мікроіндикаторів у послідовних пробах (за повторами),
відібраних під час розвантаження змішувача комбікормів**

Кількість мікротрейсерів у проаналізованих зразках		Розрахунки	
130	138	показник	значення
124	161	Кількість проаналізованих зразків	20
146	134	Ступінь свободи	19
151	148	Середнє значення	140,9
160	160	Середнє квадратичне відхилення	14,93
145	158	Коефіцієнт варіації, %	10,6
134	141	Коефіцієнт варіації Пуассона, %	8,42
141	143	Хі-квадрат	30,06
107	150	Ймовірність однорідності, %	5,1
112	135		

З наведених у таблиці експериментальних результатів, отриманих при перевірці роботи змішувача комбікормів з допомогою мікротрейсерів видно, що виявлена кількість їх частинок в 20 аналізованих зразках виявляється досить близькою за значенням до усередненого числа частинок.

Використання ймовірності p (оцінка однорідності) визначається наступним чином:

- якщо $p \geq 25\%$, можна зробити висновок, що суміш відмінна. Чим ближче значення p до 100% , краще суміш.

- якщо $5\% \leq p < 25\%$, можна зробити висновок, що суміш є гарною.

- якщо $1\% \leq p < 5\%$, однозначного статистичного висновку зробити не можна. Рекомендується повторити тест.

- якщо $p < 1\%$, можна дійти невтішного висновку, що суміш неоднорідна.

Отже, за результатами дослідження можемо зробити висновок, що змішування комбікорму є гарним, оскільки значення p знаходиться у діапазоні між 5% і 25% .

Висновки

Проведені дослідження свідчать, що аналіз гомогенності кормів для тварин за допомогою феромагнітних мікротрейсерів дозволяє оцінити якість змішувачів, що використовуються виробниками. Це підтверджує безпеку кормів для тварин і надає гарантії споживачеві щодо виробництва, обробки, торгівлі, зберігання та транспортування кормових інгредієнтів і кормів для тварин не лише в Україні, а й у більшості європейських країн.

За результатами аналізу кількості частинок мікроіндикаторів у послідовних пробах (за повторами), відібраних під час розвантаження змішувача комбікормів, зроблено висновок, що змішування комбікорму є гарним, оскільки значення ймовірності однорідності знаходиться у діапазоні між 5% і 25% . Таким чином, виробництво відповідає міжнародному стандарту GMP+B1, а корм для тварин може реалізовуватися на європейському ринку.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні доцільності перевірки якості змішування кормів для власних потреб виробника.

References

1. Kordzaia, N. R. (2020). Systemy upravlinnia yakistiu ta bezpechnistiu kharchovoi produktsii u sviti. *Yakist i bezpechnist kharchovoi produktsii i syrovyny – problemy sohodennia: materialy mizhnarodnoi konferentsiia*. Lviv : Vydavnytstvo «Rastr-7» [In Ukrainian].
2. Shestopal, H. S., & Havryliak, M. Ya. (2017). Systemnyi pidkhid do bezpechnosti kharchovoi produktsii v YeS ta Ukraini. *Tovaroznachnyi Visnyk*, 10, 5–13. [In Ukrainian].
3. Matuszek, D. (2020). Fluorescence in the assessment of the share of a key component in the mixing of feed. *Open Chemistry*, 18, 1086–1092. doi: 10.1515/chem-2020-0145
4. Sakhno, T. V., Pisarenko, P. V., Korotkova, I. V., Omelian, O. M., & Barashkov, N. N. (2018). The application of statistical methods of quality management by GMP+ standards using ferromagnetic microtracers. *Grain Products and Mixed*, 18 (3), 39–44. doi: 10.15673/gpmf.v18i3.1078
5. Eisenberg, S., & Eisenberg, D. (1992). Markers in mixer testing: closer to perfection. *Feed Management*, 11, 8–20.
6. Hernández, L. G., García, P. J., & Gaytán-Martínez, M. (2019). Tracers used in granular systems: review. *Powder Technology*, 340, 274–89. doi: 10.1016/j.powtec.2018.09.025
7. Barashkov, N. N., Pisarenko, P. V., Krikunova, V. Yu., Sakhno, T. V., & Krikunov, O. A. (2016). Ferromagnitnye mikrotrejsery kak indikatory kachestva odnorodnosti kombikormov dlya zhivodnovodstva i pticevodstva. *Zernovi Produkty i Kombikormy*, 63 (3), 34–40. doi: 10.15673/gpmf.v63i3.219 [In Russian, In Ukrainian].
8. Heidenreich, E., & Strauch, W. (2000). Decisive factors for solids mixing process in compound feed production. Part 2. *Feed Magazine*, 7–8, 286–292.
9. Control of residues GMP+ BA 2 Version EN: 1 April 2019 GMP+ Feed Certification scheme. Retrived from: <https://www.gmpplus.org/media/zexalqyf/gmp-ba2-en-20190401.pdf>
10. Matuszek, D. B., & Biłos, Ł. A. (2021). Computer Image Analysis as A Method of Evaluating the Quality of Selected Fine-Grained Food Mixtures. *Sustainability*, 13, 3018. doi: 10.3390/su13063018
11. Çiftci, İ., & Ercan, A. (2003). Effects of diets of different mixing homogeneity on performance and carcass traits of broilers. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 12 (1), 163–171. doi: 10.22358/jafs/67693/2003
12. Groesbeck, C. N., Goodband, R. D., Tokach, M. D., Dritz, S. S., Nelssen, J. L., & De Rouchey, J. M. (2007). Diet mixing time affects nursery pig performance. *Journal of Animal Science*, 85, 1793–1798.
13. Sakhno, T. V., Korotkova, I. V., & Barashkov, N. N. (2017). Vyvchennia sehrehatsii feromagnitnykh mikrotreiserov vid premyksiv: rezultaty testuvannia v modelnykh umovakh i umovakh transportuvannia i zberihannia. *Zernovi Produkty i Kombikormy*, 17 (2), 28–33. [In Ukrainian].
14. Susilo, S. H., Asrori, A., & Gumono, G. (2021). Analysis of the effect of stirrer and container rotation direction on mixing index (Ip). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (1 (111)), 86–91. doi: 10.15587/1729-4061.2021.233062
15. Sakhno, T., & Semenov, A. (2022). Perevirka yakosti zmishuvannia kormiv ta premiksiv za dopomohoiu feromagnitnykh mikrotreiseriv. *Kormy i Fakty*, 1, 10. [In Ukrainian].
16. Chen, H., Zhao, X., Xiao, Y., Liu, Y., & Liu, Y. (2016). Radial mixing and segregation of granular bed bi-dispersed both in particle size and density within horizontal rotating drum. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 26 (2), 527–535. doi: 10.1016/s1003-6326(16)64110-9
17. Krolczyk, J. B. (2016). The Effect of Mixing Time on the Homogeneity of Multi-Component Granular Systems. *Transactions of Famena*, 40 (1), 45–56.
18. Irgibaeva, I., Barashkov, N., Sakhno, T., Mantel, A., Mendigaliyeva, S., Barashkova, I., & Sakhno, Y. (2020). Synthesis of iron nanoparticles by thermal decomposition of diironnonacarbonyl in ionic liquid and their potential use as nanotracers for mixer studies in liquids feeds. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 10, 201–209. doi: 10.4236/aces.2020.103015
19. Sakhno, T., Semenov, A., & Barashkov, N. (2020). Assessing the quality of homogeneity of pet food using ferromagnetic micro tracers. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 20 (2 (78)), 32–37. doi: 10.15673/gpmf.v20i2.1763
20. Eisenberg, D. A. (1992). Microtracers™ F and their uses in assuring the quality of mixed formula feeds. *Advanced Feed Technology*, 7, 78–85.
21. Barashkov, N., Eisenberg, D., Eisenberg, S., & Mohnke, J. (2007). Ferromagnetic microtracers and their use in feed applications. *XII International Feed Technology Symposium*. Retrieved from: <https://studylib.net/doc/7485298/ferromagnetic-microtracers-and-their-use-in-feed-applications>.

22. Omelyan, A. N., Krikunova, V. E., Samojlik, M. S., Shiyan, N. I., Krikunov, O. A., & Sakhno, T. V (2019). Teoreticheskie osnovy ocenki kachestva kormovyh smesej. O. O. Horb, T. O. Chaika, & I. O. Yasnolob (Reds.), *Pryrodno-resursnyi ta enerhetychnyi potentsialy: napriamy zberezhennia, vidnovlennia ta ratsionalnoho vykorystannia: kolektyvna monohrafiia*. (s. 186–198). Poltava: Vydavnytstvo PP «Astraia» [In Russian, In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 18.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Сахно Т. В., Семенов А. О., Сахно Ю. Е., Барашков М. М. Визначення гомогенності кормів для тварин з використанням феромагнітних мікротрейсерів. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 96–102.

© Сахно Тамара Вікторівна, Семенов Анатолій Олексійович, Сахно Юрій Едуардович,
Барашков Микола Миколайович, 2022



INFLUENCE OF VARIOUS RENNET ENZYMES ON TECHNOLOGICAL AND SENSORY PARAMETERS OF BRYNZAS

Bilyi V. Y.*

ORCID  [0000-0001-7074-7546](https://orcid.org/0000-0001-7074-7546)

Merzlov S. V.

ORCID  [0000-0002-8757-7878](https://orcid.org/0000-0002-8757-7878)

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: valentuna.bila@ukr.net

How to Cite

Bilyi, V. Y., & Merzlov, S. V. (2022). Influence of various rennet enzymes on technological and sensory parameters of brynza. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 103–109. doi: 10.31210/visnyk2022.01.13

The article presents the results of sensory parameters of cheese samples, which were obtained using various rennet enzymes. In the control group of samples for curdling used rennet enzyme of microbial origin. III groups of milk samples ($n = 5$) were formed for the experiment. In the first experimental group of samples, an enzyme preparation from rennet of dairy calves was used, extracted according to the method of Yu. Ya. Svyridenko. In the second experimental group, an enzyme preparation was used, which was extracted from rennet of dairy calves according to the method of S.V. Merzlov. In both control and experimental groups, each sample was 5.0 dm^3 . The filtered milk was cooled to 4°C and kept for 12 hours. Pasteurization was performed at a temperature of $60\text{--}63^\circ \text{C}$ for 30 minutes. Pasteurized milk was normalized by mass fraction of fat. Enzyme preparations were added to normalized milk heated to a temperature of 33°C by gently stirring it. The clot was cut into cubes of 15–20 mm in size and left alone for 10–15 minutes, then gently mixed for 20–30 minutes to seal and dehydrate. Kneading was performed using stops for 2–3 minutes. Samples were stored at 4°C with constant ventilation. Samples for sensory analysis were taken at 20, 40 and 60 days of storage. After 60 days of storage, the samples of the control and experimental groups of samples had a sour taste with a pronounced odor of mold, the surface was slippery and had a pronounced yellow color of cheese dough inhomogeneous throughout the mass with a pronounced crust. Samples of the second experimental group had a weak taste and smell of mold, less pronounced tearing of the surface and less pronounced yellow color. The use of rennet enzymes obtained by the method of S. V. Merzlova (II experimental group) helps to increase the yield of the finished product by 7.7% compared to variants where enzymes of microbial origin were used. The use of rennet enzymes obtained by the method of S. V. Merzlova prolongs its storage using brynza technology, which is confirmed by organoleptic indicators.

Key words: milk processing, taste, smell, consistency.

ВПЛИВ РІЗНИХ СИЧУЖНИХ ЕНЗИМІВ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА СЕНСОРНІ ПОКАЗНИКИ БРИНЗИ

В. Ю. Білий, С. В. Мерзлов

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

У статті викладені результати сенсорних показників зразків бринзи, які були отримані за використання різних сичужних ензимів. У контрольній групі проб для зсідання молока використовували сичужний ензим мікробіального походження. Для постановки досліду було сформовано III групи проб молока ($n=5$). У I дослідній групі проб застосовувався ензимний препарат із сичугів молочних телят, екстрагований за методикою Ю. Я. Свириденка. У II дослідній групі

застосовували ензимний препарат, який екстрагували із сичугів молочних телят за методикою С. В. Мерзлова. Як у контрольній, так і дослідних групах кожна проба становила по 5,0 дм³. Відфільтроване молоко охолоджували до температури 4 °С і витримували 12 годин. Пастеризацію проводили за температури 60–63 °С з витримкою 30 хвилин. Пастеризоване молоко нормалізували за масовою часткою жиру. Ензимні препарати вносили в підігріте до температури 33 °С нормалізоване молоко плавно перемішуючи його. Згусток різали на кубики розміром 15–20 мм і залишали у спокої на 10–15 хвилин, потім з метою ущільнення і зневоднення обережно вимішували протягом 20–30 хвилин. Вимішування проводили застосовуючи зупинки на 2–3 хвилини. Зберігання зразків здійснювали за температури 4 °С з постійною вентиляцією. Зразки для сенсорного аналізу відбирали у 20, 40 та 60 діб зберігання. Після 60 діб зберігання зразки контрольної та I дослідної груп проб мали кислий смак з вираженням запахом плісені, поверхня ослизла та мала виражений жовтий колір сирного тіста неоднорідного за всією масою з вираженою кіркою. Зразки II дослідної групи проб відрізнялися слабо вираженим смаком і запахом плісені, менш вираженим ослезінням поверхні та менш вираженим жовтим кольором. Використання сичужних ензимів одержаних за методикою С.В. Мерзлова (II дослідна група) сприяє підвищенню виходу готового продукту на 7,7 % у порівнянні із варіантами де застосовували ензими мікробного походження. Застосування сичужних ензимів одержаних за методикою С. В. Мерзлова за технології бринзи пролонгує її зберігання, що підтверджується органолептичними показниками.

Ключові слова: переробка молока, смак, запах, консистенція.

Вступ

В даний час у раціонах людей, важливе місце займають сири, які є продуктом складної біотехнологічної переробки молока, внаслідок якої відбувається концентрація його основних компонентів з подальшою їх ферментацією [1]. Сири є харчовими продуктами, які отримують шляхом концентрації та біотрансформації основних компонентів молока під впливом ензимів, мікроорганізмів і фізико-хімічних факторів [2].

Важливе місце серед сирів в Україні займає бринза. Бринза – висококонцентрована полідисперсна система, особливості якої обумовлені розмірами часток дисперсної фази [3]. Вона має білий (близький до білого) колір, однорідний за всією масою. Смак і запах бринзи кисломолочні, в міру солоні. Консистенція – помірно щільна, частіше тверда, злегка ламка, без схильності до кришення. Малюнок на зрізі відсутній, допускається наявність невеликої кількості вічок і порожнеч неправильної форми [4]. Масова частка жиру в сухій речовині бринзи повинна бути не менш як 40 %; вологи перед солінням – 51–61 %, вологи в зрілому сирі – 53 %; хлориду натрію – 3–5 %; оптимальне значення рН сиру перед солінням становить 5,3–5,4, зрілого сиру – 5,20–5,35; тривалість дозрівання бринзи становить 20 діб [5].

Бринзу, як правило, виробляють із незбираного пастеризованого коров'ячого молока. Виготовлення бринзи з непастеризованого молока допускається як виняток на відгінних пасовищах на невеликих заводах за обов'язкової витримки (дозрівання) її не менш ніж 60 діб на підприємствах [6].

У середньому жирність бринзи становить 40 %. Але самим смачним вважається сир з масовою часткою жиру 50 % [7]. Зберігають бринзу не більше 7 діб. За зберігання її у розсолі термін зберігання продовжується до 2 тижнів [8].

Фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні процеси в сирі та інтенсивність їх перебігу залежать від концентрації та якості сичужних ензимів [9]. Сичужні ензими під час визрівання сиру, гальмують життєдіяльність гнильних бактерій у сирі, при цьому у певних концентраціях сприяють розвитку молочнокислої мікрофлори заквашувальних препаратів і продукуванню нею амінокислот [10]. Дослідження показують, що сир містить широкий спектр мікрофлори типу *Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp., *Enterococcus* spp. так і забруднюючих бактеріальних клітин. Пастеризація сирого молока має не тільки позитивний вплив на вихід сиру, але також захищає споживача від патогенної мікрофлори [11].

У гігієнічному відношенні молоко, яке використовують для виготовлення бринзи повинно бути чистим (вільним від грязьових частинок). Воно повинно згортатися за додавання в нього спирту, не містити соди або будь-яких речовин, що консервують [12]. Відносно мікрофлори до молока пред'являють особливо високі вимоги – воно не повинно містити сторонніх мікроорганізмів, здатних змінити нормальний хід дозрівання сиру і викликати вади [13]. Процес отримання сирів високої

якості в значній мірі залежить від біологічної повноцінності молока, розвиток молочнокислих бактерій може гальмуватися недостатнім вмістом або відсутністю в молоці засвоюваних речовин, необхідних амінокислот, вітамінів, мікроелементів [15]. Проте не менш важливим фактором, який впливає на якість сиру є сичужний ензим, який залежить не тільки від походження, а й способу екстракції [14].

Науково – практичний інтерес мають дослідження спрямовані на встановлення впливу сичужних ензимів одержаних різними способами на вихід і органолептичні показники бринзи, що і було поставлено за *мету* нашого дослідження.

Матеріал і методи дослідження

Лабораторні дослідження зразків бринзи проводили в умовах наукової лабораторії кафедри безпечності та якості харчових продуктів, сировини та технологічних процесів Білоцерківського національного аграрного університету.

Матеріалом для досліджень слугували зразки бринзи, які були отримані за використання різних сичужних ензимів. Молоко коров'яче для досліджень відповідало вимогам ДСТУ 2661:2010 [17]. Для постановки досліду було сформовано III групи проб молока ($n=5$). У контрольній групі проб для зсідання молока використовували сичужний ензим мікробіального походження. У I дослідній групі проб застосовувався ензимний препарат із сичугів молочних телят, екстрагований за методикою Ю. Я. Свириденка [20]. У II дослідній групі застосовували ензимний препарат, який екстрагували із сичугів молочних телят за методикою С. В. Мерзлова [19].

Як у контрольній, так і дослідних групах кожна проба становила по 5,0 дм³. Відфільтроване молоко охолоджували до температури 4 °С і витримували 12 годин. Пастеризацію проводили за температури 60–63 °С з витримкою 30 хвилин. Пастеризоване молоко нормалізували за масовою часткою жиру. Ензимні препарати вносили в підігріте до температури 33 °С нормалізоване молоко плавно перемішуючи його. Згусток різали на кубики розміром 15–20 мм і залишали у спокої на 10–15 хвилин, потім з метою ущільнення і зневоднення обережно вимішували протягом 20–30 хвилин. Вимішування проводили застосовуючи зупинки на 2–3 хвилини.

Друге нагрівання сирної маси не застосовували. Після достатнього ущільнення сирну масу переміщували на формувальний стіл, покритий марлею в два шари, для самопресування, яке проводили протягом 2 годин. Зберігання зразків здійснювали за температури 4 °С з постійною вентиляцією. Зразки бринзи для сенсорного аналізу відбирали на 20, 40 та 60 добу зберігання.

Дослідження проводили згідно національного стандарту України ДСТУ 7065:2009 за загальноприйнятими методиками [16]. Колір, смак, аромат, консистенцію, визначали органолептично, використовуючи сенсорний метод аналізу сиру.

Хімічний склад коров'ячого молока (табл. 1), яке було відібране для постановки досліджень суттєво не відрізнявся від показників молока, яке отримують в центральній Україні. Масова частка жиру була вищою на 0,49 % відносно базисного показника. Хімічний склад відповідав вимогам ДСТУ 3662:2018 [23].

1. Показники хімічного складу коров'ячого молока, % ($M \pm m$)

Показник	Молоко коров'яче
Суша речовина	12,22±0,10
СЗМЗ	8,15±0,08
Масова частка жиру	3,89±0,07
Масова частка білка	3,21±0,05
В т.ч. казеїн	2,17±0,03
Білки сироватки	0,67±0,03
Небілковий нітроген, мг%	28,27±0,22
Лактоза	4,52±0,05
Зола	0,69±0,02

Одержані експериментальні результати порівнювали з вимогами ДСТУ 7065:2009 [16].

Результати досліджень та їх обговорення

Поряд із органолептичними показниками одержаної бринзи за використання різних ензимів досліджували її вихід. Встановлено, що у контролі, I дослідній та II дослідній групі із 1 дм³ молока було одержано відповідно: 120,4±4,12 г, 126,2±3,18 г та 129,7±5,04 г бринзи.

Отож, дослідження свідчать, що використання ензимів одержаних за методикою С. В. Мерзлова (II дослідна група) сприяє тому, що вихід готового продукту збільшується на 7,7 %.

Досліджуючи органолептичні показники бринзи із контрольної групи зразків, яку зберігали 20 діб було встановлено, що смак був чистий, кисломолочний без сторонніх запахів. Консистенція однорідна, ламка не крихка. Малюнок, колір сирного тіста та зовнішній вигляд теж відповідали чинним нормативним документам на бринзу (табл. 2).

Органолептичні показники продуктів I та II дослідної групи не відрізнялися від показників контролю.

2. Органолептичні показники бринзи на 20 добу зберігання

Показник	Характеристика показника
<i>Контрольна група зразків</i>	
Смак і запах	Чистий кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів
Консистенція	Однорідна, ламка, але не крихка
Колір сирного тіста	Слабо-жовтий, однорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, з відбитками серп'янки. Кірка відсутня. Незначна деформація головки
<i>I дослідна група зразків</i>	
Смак і запах	Чистий кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів
Консистенція	Однорідна, ламка, але не крихка
Колір сирного тіста	Слабо-жовтий, однорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, з відбитками серп'янки. Кірка відсутня. Незначна деформація головки
<i>II дослідна група зразків</i>	
Смак і запах	Чистий кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів
Консистенція	Однорідна, ламка, але не крихка
Колір сирного тіста	Слабо-жовтий, однорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, з відбитками серп'янки. Кірка відсутня. Незначна деформація головки

Після 40 діб зберігання (табл. 3) в органолептичних показниках бринзи у зразках контрольної та I дослідної груп зафіксовано певні зміни. Зокрема з'явився присмак та запах плісені, самі зразки ослизли і мали більш виражений жовтий відтінок, чого не було помічено серед зразків II дослідної групи.

Після 60 діб зберігання (табл. 4) зразки контрольної та I дослідної груп мали кислий смак з вираженим запахом плісені, поверхня ослизла та мала виражений жовтий колір сирного тіста неоднорідного за всією масою з вираженою кіркою.

Зразки II дослідної групи за показниками органолептичної оцінки мали кращі результати порівняно зі зразками бринзи у контрольній та I дослідній групах. Зокрема, вони відрізнялися слабо вираженим смаком і запахом плісені, менш вираженим ослизненням поверхні та менш вираженим жовтим кольором, що є позитивним результатом, та свідчить про перспективність використання запропонованої технології при виготовленні бринзи.

Виробництво розсільних сирів займає важливе місце у сироварінні і належить до сегментів, які найдинамічніше розвиваються. Розсільні сири є найпопулярнішими в Україні, а для багатьох, зокрема людей з порушеним вуглеводневим обміном, щоденним продуктом. Сир є джерелом повноцінних білків, Кальцію, Магнію та вітамінів. Для виробництва розсільних сирів застосовують сичужні ензими, які за походженням поділяються на дві групи. Сировиною для першої групи є натуральні сичуги козенят, ягнят і телят. Ензими другої групи одержують за допомогою мікроорганізмів. Застосування ензимів мікробного походження може негативно впливати на сенсорні показники сирів [18].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

3. Органолептичні показники бринзи на 40 добу зберігання

Показник	Характеристика показника
<i>Контрольна група зразків</i>	
Смак і запах	Кисломолочний, з присмаком і запахом плісені.
Консистенція	Однорідна, ламка, але не крихка
Колір сирного тіста	Жовтий, однорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, з відбитками серп'янки. Незначна кірка. Незначна деформація головки
<i>I дослідна група зразків</i>	
Смак і запах	Кисломолочний, з слабо вираженим смаком і запахом плісені.
Консистенція	Однорідна, ламка, але не крихка
Колір сирного тіста	Жовтий, однорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, з відбитками серп'янки. Незначна кірка. Незначна деформація головки
<i>II дослідна група зразків</i>	
Смак і запах	Кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів
Консистенція	Однорідна, ламка, але не крихка
Колір сирного тіста	Слабо-жовтий, однорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, з відбитками серп'янки. Незначна кірка. Незначна деформація головки

4. Органолептичні показники бринзи на 60 добу зберігання

Показник	Характеристика показника
<i>Контрольна група зразків</i>	
Смак і запах	Кислий, з вираженим присмаком і запахом плісені.
Консистенція	Однорідна, ламка, але не крихка
Колір сирного тіста	Виражений жовтий, неоднорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Поверхня ослизла. Виражена кірка. Незначна деформація головки
<i>I дослідна група зразків</i>	
Смак і запах	Кислий, з вираженим присмаком і запахом плісені
Консистенція	Однорідна, ламка, але не крихка
Колір сирного тіста	Виражений жовтий, неоднорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Поверхня ослизла. Виражена кірка. Незначна деформація головки
<i>II дослідна група зразків</i>	
Смак і запах	Кисломолочний, з слабо вираженим смаком і запахом плісені.
Консистенція	Однорідна, ламка, але не крихка
Колір сирного тіста	Жовтий, неоднорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Незначне ослизнення. Незначна кірка. Незначна деформація головки

Якість продуктів харчування визначається їхнім хімічним, фізичними властивостями, а також харчовою, біологічною цінністю та органолептичними показниками. Водночас органолептичні показники є провідним показником якості, оскільки визначає ступінь відповідності продуктів харчування стандартам [21]. Виробництво сичужних сирів є складним багатофункціональним процесом, в якому зміна впливу навіть одного з технологічних чинників може змінити динаміку біохімічних, мікробіологічних і фізико-хімічних перетворень сирної маси, що відбивається на органолептичних властивостях [22].

Висновки

Встановлено вплив різних ензимних препаратів на вихід бринзи (готового продукту). Доведено, що використання сичужних ензимів одержаних за методикою С. В. Мерзлова (II дослідна група)

сприяє підвищенню виходу готового продукту на 7,7 % у порівнянні із варіантами де застосовували ензими мікробного походження. Застосування сичужних ензимів одержаних за методикою С. В. Мерзлова за технології виготовлення бринзи пролонгує її зберігання, що підтверджується органолептичними показниками.

Перспективи подальших досліджень. Подальші наукові дослідження будуть направлені на дослідження мікробіологічних показників бринзи за використання різних ензимних препаратів.

References

1. Proshkina, T. G., Belov, A. N., Odegov, N. I., & Shalimova, E. V. (2010). Influence of seasonal features of milk composition on cheese suitability. *Cheesemaking and Buttermaking*, 3, 28–31.
2. Tsisaryk, O. (2013). Analysis of the microbiological composition of sheep cheese. In *Current problems of the food industry: Materials of the scientific conference* (pp. 146–147). Ternopil: Ternopil Ivan Puluj National Technical University.
3. Ardo, Y., Thage, B. V., & Madsen, J. S. (2002). Dynamics of free amino acid composition in cheese ripening. *Australian Journal of Dairy Technology*, 57 (2), 109–115.
4. Johnson, M. E. (2017). A 100-Year Review: Cheese production and quality. *Journal of Dairy Science*, 100 (12), 9952–9965. doi: 10.3168/jds.2017-12979
5. Ozturk, M., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J. J., Johnson, M. E., & Lucey, J. A. (2018). Investigating the properties of high-pressure-treated, reduced-sodium, low-moisture, part-skim Mozzarella cheese during refrigerated storage. *Journal of Dairy Science*, 101 (8), 6853–6865. doi: 10.3168/jds.2018-14415
6. Bos, C., Metges, C. C., Gaudichon, C., Petzke, K. J., Pueyo, M. E., Morens, C., Everwand, J., Benamouzig, R., & Tomé, D. (2003). Postprandial kinetics of dietary amino acids are the main determinant of their metabolism after soy or milk protein ingestion in humans. *The Journal of Nutrition*, 133 (5), 1308–1315. doi: 10.1093/jn/133.5.1308
7. Venher, O. O., & Mishchenko, H. V. (2011). The use of proteolytic enzymes to provide tissues containing wool, a stable soft fingerboard. *East European Journal of Advanced Technologies*, 3/6 (51), 42–44.
8. Chuang, C. K., Lin, S. P., Lee, H. C., Wang, T. J., Shih, Y. S., Huang, F. Y., & Yeung, C. Y. (2005). Free amino acids in full-term and pre-term human milk and infant formula. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 40 (4), 496–500. doi: 10.1097/01.mpg.0000150407.30058.47
9. Kapreliants, L. V., & Iorhachova, K. H. (2013). *Functional products*. Odesa: Druk.
10. Melina, V., Craig, W., & Levin, S. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116 (12), 1970–1980. doi: 10.1016/j.jand.2016.09.025
11. Borshch, O. O., Borshch, O. V., Kosior, L. T., Lastovska, I. A., & Pirova, L. V. (2019). The influence of crossbreeding on the protein composition, nutritional and energy value of cow milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (1), 117–123.
12. Gudkov, A. V. (2003). *Cheese making: Technological, biochemical and physicochemical aspects*. Moscow: DeLi Print.
13. Park, Y. W. (2001). Proteolysis and Lipolysis of Goat Milk Cheese. *Journal of Dairy Science*, 84, E84–E92. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(01)70202-0
14. Egg, poached, cooked, whole. (n.d.). Retrieved from: https://www.nutritionvalue.org/Egg%2C_poached%2C_cooked%2C_whole_nutritional_value.html
15. Semko, T. V., Vlasenko, I. H., & Hyrych, S. V. (2018). *Innovations in the production of hard cheeses*. Vinnytsia: VITE of KNUTE.
16. DSTU 7065:2009. Brynza. General technical conditions. Chynnyi vid 2009-07- 29. Kyiv [In Ukrainian].
17. DSTU 2661:2010. Drinking milk. Chynnyi vid 2010-01-13. Kyiv [In Ukrainian].
18. Kammerlehner, J. (2009). *Cheese technology*. Freising: Publishing House Josef Kammerlehner.
19. Merzlov, S. (2019). Patent Ukrainy 137448. Kyiv: Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy [In Ukrainian].
20. Sviridenko, Y. (2013). Patent RU 2612157CI.
21. W Park, Y., Jeanjulien, C., & Siddique, A. (2017). Factors Affecting Sensory Quality of Goat Milk Cheeses: A Review. *Advances in Dairy Research*, 05 (03). doi:10.4172/2329-888x.1000185

22. Hwang, E. T., & Gu, M. B. (2012). Enzyme stabilization by nano/microsized hybrid materials. *Engineering in Life Sciences*, 13(1), 49–61. doi:10.1002/elsc.201100225
23. DSTU 3662:2018. Cow milk. Chynnyi vid 2018-03-02. Kyiv [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 20.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Білий В. Ю., Мерзлов С. В. Вплив різних сичужних ензимів на технологічні та сенсорні показники бринзи. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 103–109.

© Білий Вадим Юрійович, Мерзлов Сергій Віталійович, 2022

IMPROVEMENT OF ELEMENTS OF TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF HEIFERS
IN THE MILK PERIOD

S. F. Antonenko

ORCID [0000-0002-41707753](https://orcid.org/0000-0002-41707753)

V. I. Piskun

ORCID [0000-0003-0373-9268](https://orcid.org/0000-0003-0373-9268)

E. V. Rudenko

ORCID [0000-0002-2200-2758](https://orcid.org/0000-0002-2200-2758)

E. I. Chyhrynov*

ORCID [0000-0001-7707-8269](https://orcid.org/0000-0001-7707-8269)

A. P. Zolotarev

ORCID [0000-0002-5532-3988](https://orcid.org/0000-0002-5532-3988)

T. L. Osypenko

ORCID [0000-0002-2605-3587](https://orcid.org/0000-0002-2605-3587)

M. V. Sikun

Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, street Livestock breeders 3, Kharkov, Ukraine.

*Corresponding author

E-mail: piskun_v@ukr.net

How to Cite

Antonenko, S. F., Piskun, V. I., Rudenko, E. V., Chyhrynov, E. I., Zolotarev, A. P., Osypenko, T. L., & Sikun, M. V. (2022). Improvement of elements of technology of cultivation of heifers in the milk period. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 110–119. doi: 10.31210/visnyk2022.01.14

Important factors that affect the formation of future productivity of cows are the method of keeping calves, colostrum and dairy periods of consistency of composition and size of the number of technological groups of heifers in different periods of ontogenesis. A significant problem is the lack of clear positions on the size of technological groups in the of calves from individual to groups housing, allowable indicators of variability of live weight, age of heifers in the formation of the technological groups, the size of the feeding front in calves. The article presents the results of research to improve the cultivation of heifers of the Ukrainian black – and – white breed in the conditions of SE Kutuzivka kharkiv region. The scientific and economic experiment was focused on substantiating the effectiveness of the influence of different numbers of heifers in the technological groups on their growth and development in milk period of ontogenesis. It was found that the actual difference in feed consumption in each series of experiments between animals in each group of 5 – 10 – 15 – 20 heads and a den area of 1,8 m² – 2,2 m² on deep straw litter was not detected. And when comparing technological groups: 5–20, 10–20, 15–20 heads, a difference was found. It is experimentally proved that the use of growing heifers for 10 days of age up to 6 months loose on deep straw litter in groups sections of 5–10 and 15 heads compared with 20 goals, increased the increase in live weight gain on average during the experiment by 13,7–19,0 % ($P < 0,05$). It is established that the technology of cultivation in autumn – winter period in the premises of light type contributes to the increase of the average daily increase from 16,7 to 23,3 % ($P < 0,05$). Under these conditions of growing heifers in technological groups of 5, 10 and 15 heads in comparison with analogues – 20 heads there is a reduction in feed costs per 1. According to the results of multicriteria analysis, it was found that the content of heifers in the technological group of 15 heads and an area of 2.2 m² per head was the best, the target function for which according to the considered criteria was lower and was 0.0877. Other options were 1.0160–3.3854 times worse.

Key words: heifers, elements of technology, technological groups, growth, growth intensity, multicriteria analysis.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТЕЛИЦЬ
В МОЛОЧНИЙ ПЕРІОД**

**С. Ф. Антоненко, В. І. Піскун, Є. В. Руденко, Є. І. Чигринов, А. П. Золотарев, Т. Л. Осипенко,
М. В. Сікун**

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

Важливими факторами, які позначаються на формуванні майбутньої продуктивності корів є спосіб утримання телят молозивного і молочного періодів вирощування, постійність складу і розмір за чисельністю поголів'я технологічних груп теличок в різні періоди онтогенезу. Значною проблемою залишається відсутність чітких позицій стосовно розміру технологічних груп при переведенні телят з індивідуального утримання на групове, допустимих показників мінливості живої маси, віку телиць при формуванні технологічної групи, розмірів фронту годівлі при вирощуванні телят. У статті наведено результати досліджень по удосконаленню вирощування телиць української чорно-рябої породи в умовах ДП ДГ «Кутузівака» Харківської області. Науково-господарський дослід був зорієнтований на обґрунтування ефективності впливу різної кількості телиць у технологічній групі на їх ріст, розвиток у молочному періоді онтогенезу. Встановлено, що фактичної різниці в споживанні корму у кожній серії дослідів між тваринами в кожній групі 5 – 10 – 15 – 20 голів і площею лігва $1,8\text{ м}^2$ – $2,2\text{ м}^2$ на глибокій солом'яній підстилці не виявлено. А при порівнянні технологічних груп: 5-20, 10-20, 15-20 голів була виявлена різниця. Експериментально доведено, що застосування вирощування телиць за 10 денного віку до 6 міс безприв'язно на глибокій солом'яній підстилці в групових секціях 5–10 та 15 голів порівняно з аналогами 20 гол, сприяло підвищенню приросту живої маси в середньому за період експерименту на 13,7–19,0 % ($P<0,05$). Встановлено, що технологія вирощування у осінньо – зимовий період в приміщеннях полегшеного типу сприяє підвищенню середньодобового приросту від 16,7 до 23,3 % ($P<0,05$). За зазначених умов вирощування телиць в технологічних групах 5, 10 та 15 голів в порівнянні з аналогами – 20 гол відбувається скорочення витрат кормів на 1 кг приросту живої маси на 23,6–36,0 % ($P<0,05$). За результатами багатокритеріального аналізу встановлено, що утримання теличок в технологічній групі 15 голів та площі $2,2\text{ м}^2$ на голову було найкращим, цільова функція для якого за розглянутими критеріями була меншою і становила 0,0877. Інші варіанти були гіршими в 1,0160–3,3854 рази.

Ключові слова: телиці, елементи технології, технологічні групи, приріст, інтенсивність росту, багатокритеріальний аналіз.

Вступ

Розроблення і впровадження у виробництво ефективних систем вирощування ремонтного молодняку визначено одним із головних завдань науки та практики скотарства [1–4]. Вирощування молодняку повинно бути цілеспрямованим й економічно обґрунтованим, урахувати біологічні особливості його росту, формування міцної конституції, ознак екстер'єру та інтер'єру, забезпечувати відповідний до норми розвиток органів травлення, відтворювальної функції і багаторічне використання тварини [5–7]. Увесь процес охоплює комплекс заходів із годівлі, утримання, догляду тварин [8–12], спрямованих на реалізацію генетично запрограмованої продуктивності [5, 13].

Формування високопродуктивних тварин у молочному скотарстві значною мірою залежить від одержання повноцінного приплоду та наступного вирощування ремонтного молодняку, й особливо в молозивний та молочний періоди їх життя [13]. Важливою умовою ведення прибуткового молочного скотарства в господарствах різних форм господарювання є наявність надійного джерела надходження молодняку з високим потенціалом продуктивності для ремонту стада та своєчасне введення його у виробничий цикл. Ремонт основного стада – процес тривалий і потребує від 10 до 15 % енерговитрат в структурі і загальних витрат по молочному стаду [14, 15].

Телиці є майбутнім молочного стада хоча зараз вони не виробляють ніяких продуктів, на їх утримання необхідні витрати у вигляді кормів, робочої сили, ветеринарного обслуговування та інше [1, 2, 16]. Тому вирощування телиць слід вважати фінансовим капіталовкладенням, повернення якого починається тільки після першого отелення первісток [17].

Не слід економити на кормах, так як недостатнє забезпечення тварин поживними речовинами коштує дорожче. Затримка росту і розвитку, зумовлена поганою годівлею і утриманням телиць, не

тільки знижує рентабельність вирощування молодняку, а й ускладнює ведення племінної роботи. За цих умов практично неможливо правильно оцінити спадкові якості тварин. Крім того, затримується зміна гіршої частини дорослого поголів'я більш цінними молодими тваринами [18, 19].

Проблема вирощування молодняку, зокрема ремонтних телиць, давно цікавить вчених і практиків, оскільки непродуктивний період вирощування становить понад 1/3 усього життя корови [20]. Проте й нині у тваринницьких господарствах України, які виробляють молоко і забезпечують їх ремонтним молодняком, відсутня чітка, універсальна технологія його вирощування [21].

Ряд авторів [22–25] стверджують, що успіх створення високопродуктивного стада значною мірою залежить від системи вирощування ремонтного молодняку у кожному конкретному господарстві, адже одним із факторів, що знижує конкурентоспроможність молочного скотарства, виступає недотримання технології вирощування ремонтних телиць [26].

Безсумнівно, продуктивні якості худоби зумовлені, перш за все, генотипом. Проте прояв можливого потенціалу знаходиться у прямій залежності від умов вирощування, годівлі та утримання молодняку, тобто умов, які забезпечували б його нормальний ріст і розвиток, високу продуктивність [27].

У зв'язку з вищевказаним вивчення елементів вирощування телиць молочного періоду на фермах і комплексах по виробництву молока є актуальним завданням.

Метою досліджень є з'ясувати як впливає кількість телиць в технологічній групі при безприв'язному утриманні на глибокій солом'яній підстилці на інтенсивність вирощування телиць у виробничих умовах молочного комплексу.

Передбачено виконання таких завдань досліді: визначити середньодобові прирости, витрати кормів при утриманні в технологічних групах 5, 10, 15, 20 голів та в секціях з площею лігва на голову 1,8, 2,0, 2,2 м² на голову; провести багатокритеріальний аналіз результатів досліджень.

Матеріал і методика досліджень

У виробничих умовах молочного комплексу ДП ДГ «Кутузівка» Харківської області проведено дослід в осінньо-зимовий період на телицях української чорно-рябої молочної породи, яких утримували на глибокій солом'яній підстилці. Піддослідні групи формували таким чином: для досліджень підібрали по три технологічні групи теличок української чорно-рябої молочної породи, з поголів'ям 5, 10, 15 та 20 голів в кожній, яких утримували на глибокій солом'яній підстилці з площами лігва на одну голову відповідно 1,8 м², 2,0 м² та 2,2 м².

При проведенні досліджень використовували багатокритеріальний аналіз, стандартні та загальноприйняті зоотехнічні, економіко-математичні та статистичні методи.

Багатокритеріальний аналіз проводили за методом оцінки інтегрального критерію відстані до цілі із застосуванням підходу згортання всіх критеріїв до одного N за допомогою нормування [27].

Результати досліджень та їх обговорення

На першому етапі вивчали питання впливу приросту живої маси тварин, яких утримували в різних технологічних групах (I група – 5 голів, II – 10 голів, III – 15 та IV – 20 голів), які не різнилися у середині кожної технологічної групи (табл. 1).

Однак, якщо порівнювати живу масу тварин у технологічних групах з 5 і 20 головами (табл. 1) між собою, то існує відмінність. Так за 1 міс різниця складала – 3,1; 3,4; 3,1 кг або 6,0; 7,0; 6,0 % ($P < 0,05$), за 2 міс: 8,4; 8,9; 8,6 кг або 12,0; 13,0; 13,0 % ($P < 0,05$), за 3 міс: 9,9; 9,7; 9,1 кг або 11,0; 11,0; 10,0 % ($P < 0,05$), за 4 міс – 18,1; 18,6; 18 кг або 16,0; 17; 16 % ($P < 0,05$), за 5 міс: 21,4; 21,0; 20,6 кг або 16,0; 15,0; 18 % ($P < 0,05$), за 6 міс: 22,8; 23,4; 21,7 кг або 14,0; 14,0; 13,0 % ($P < 0,05$).

На підставі досліджень можна стверджувати, що за інтенсивністю росту телиць у порівнюваних технологічних групах по 5 і 20 голів в осінньо-зимовий період збереглася перевага за теличками в групі 5 голів, порівняно із групою 20 голів.

Аналогічну особливість переваг було виявлено у технологічній групі тварин 10 голів проти ровесниць – 20 голів при утриманні на однаковій площі лігва на глибокій довгонезмінній солом'яній підстилці 1,8 м² – 20–22 м². Так за 1 міс відмінність становила 4,7; 4,7; 4,10 кг або на 9,0; 9,0; 8,0 % ($P < 0,05$), за 2 міс: 8,5; 8,8; 5,9 кг або на 13,0; 13,0; 9,0 % ($P < 0,05$), за 3 міс: 10,5; 10,8; 10,8 кг або на 12,0; 12,0; 12 % ($P < 0,05$), за 4 міс: 19,0; 20,1; 18,7 кг або 17,0; 18,0; 17 % ($P < 0,05$), за 5 міс: 23,5; 24,6; 23,7 кг або 17,0; 18,0; 18,0 % ($P < 0,05$), за 6 міс: 24,0; 22,5; 22,8 кг або 15,0; 14,0; 14,0 % ($P < 0,05$).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

1. Динаміка живої маси дослідних тварин в осінньо-зимовий період, кг, ($M \pm m$)

Жива маса у віці	Площа лігва на 1 голову, м²					
	1,8	2,0	2,2	1,8	2,0	2,2
	Кількість тварин в технологічній групі, голів					
	5			10		
Ново- народж.	31,4±0,30	31,3±0,31	31,4±0,39	33,4±0,30	33,4±0,25	33,3±0,33
1 міс.	50,8±0,40*	51,2±0,35*	51,4±0,33*	52,4±0,43*	52,5±0,35*	52,4±0,45*
2 міс.	73,2±0,40**	73,6±0,45**	73,9±0,43**	73,4±0,45**	73,5±0,47**	71,2±0,61**
3 міс.	95,6±0,30**	95,5±0,35**	95,5±0,33**	96,2±0,45**	96,6±0,39**	97,2±0,40**
4 міс.	125,4±0,55***	125,6±0,60***	125,8±0,57***	126,3±0,50***	127,1±0,45***	126,4±0,40***
5 міс.	153,2±0,65***	152,8±0,56***	153,4±0,60***	155,3±0,53***	156,4±0,48***	156,5±0,45***
6 міс.	180,4±0,55***	181,2±0,45***	179,5±0,50***	181,6±0,45***	180,3±0,56***	180,6±0,50
	Кількість тварин в технологічній групі, голів					
	15			20		
Ново- народж.	32,1±0,49	32,6±0,38	32,2±0,38	32,1±0,43	32,0±0,36	32,2±0,37
1 міс.	51,6±0,52*	52,2±0,57*	51,2±0,34*	47,7±0,54	47,8±0,25	48,3±0,15
2 міс.	71,8± 0,54**	72,2± 0,64**	71,6±0,89**	64,9±0,48	64,7±0,37	65,3±0,34
3 міс.	101,3±0,46**	102,3±0,67**	102,4±0,90**	85,7±0,70	85,8±0,55	86,4±0,51
4 міс.	128,2±0,44***	128,4±0,40***	129,3±0,55***	107,3±0,61	107,0±0,54	107,7±0,72
5 міс.	158,2±0,36***	158,3±0,35***	158,2±0,16***	131,8±0,67	131,8±0,66	132,8±0,73
6 міс.	187,5±0,45***	189,0±0,36***	189,5±0,54***	157,6±0,85	157,8±0,75	157,8±0,86

Примітки: вірогідність даних розрахована до показнику ваги в новонароджених відповідної групи; * – відповідає – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

При порівнянні груп з поголів'ям 15 і 20 голів відмічалася схожа закономірність: за 1 міс. різниця становила – 3,9; 4,40; 2,9 кг або 8,0; 9,0; 6,0 % ($P < 0,05$) за 2 міс: 6,9; 7,5; 6,3 кг або 10,0; 11,1; 8,0 % ($P < 0,05$), 3 міс: 15,6; 16,0; 16,0 кг або 18,0; 19,0; 18,0 % ($P < 0,05$), 4 міс: 20,9; 21,4; 21,6 кг або 19,0; 20,0; 20,0 % ($P < 0,05$), за 5 міс: 26,4; 26,5; 25,4 кг або 20,0; 20,0; 19,0 % ($P < 0,05$), 6 міс: 29,9; 31,2; 31,7 кг або 18,0; 19,0; 20,0 % ($P < 0,05$). Слід зазначити, що рівень росту живої маси у теличок в групі 5 – 15 голів був значно більший на протязі експерименту в порівнянні з аналогами 20 голів.

Рівень росту телят у молочний період значно впливає на наступний розвиток. Тому на другому етапі досліджень вивчали інтенсивність росту тварин у різних технологічних групах 5 – 10 – 15 голів в порівнянні з групою 20 голів (табл. 2).

Встановлено, що залежно від кількості тварин у технологічних групах різниця по інтенсивності росту телиць в групі 5 голів в порівнянні з аналогами – 20 голів мала такі показники: за 1 місяць 127; 137; 129 г або 24,0; 26,0; 23,4 % ($P < 0,05$). За 2 міс. вона склала 167; 180 та 179 г або 30,0; 33,0 і 32,0 % ($P < 0,05$), за 3 міс. перевага становила 87; 26 та 20 г або 13,0; 3,0 і 2,0 % ($P < 0,05$), за 4 міс. вона виявилася на рівні 267; 289 та 290 г або 38,0; 42,0 і 42,0 % ($P < 0,05$). За 5 міс. прослідковувалась різниця в 112; 79 та 95 г або 13,0; 9,0 і 11,0 % ($P < 0,05$). За 6 міс. вона виявилася мінімальною: 45; 78 та 3 г або 5,0; 9,0 і 1,0 % ($P < 0,05$). У середньому за 6 місяців досліду перевага тварин першої групи становила 129; 132 та 119 г або 18,0; 19,0 і 17,0 % ($P < 0,001$) над аналогами у групі – 20 голів.

Аналогічна особливість переваги була виявлена у технологічній групі тварин 10 голів проти ровесниць – 20 голів з однаковою площею лігва на одну голову 1,8 м² – 2,0–2,2 м². Так за 1 міс. вона становила – 115; 110 та 129 г або на 22,0; 20,0 і 23,0 % ($P < 0,05$), за 2 міс. на рівні 121; 135; 121 г або 21,0; 24,0 і 22,0 % ($P < 0,05$). У наступний період вона виявилася: 100; 65; 98 г або 15,0; 9,0 і 13,0 % ($P < 0,05$). У 4 міс. різниця становила відповідно 278; 301 та 257 г або 40,0; 44,0 і 43,0 % ($P < 0,05$), за 5-й міс. – 150; 149 та 166 г або 18,0; 17,0 і 18,0 % ($P < 0,05$) та за 6 міс. – 18; 35; 41 г або 2,0; 4,0 і 4,0 % ($P < 0,05$). Відповідно у середньому за 6 міс. експерименту перевага тварин першої групи становила 164; 167 та 168 г або на 23,0; 24,0 і 24,0 % ($P < 0,05$).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

2. Інтенсивність росту телиць в молочний період, г, (M±m)

Приріст у віці	Площа лігва на 1 голову, м ²					
	1,8	2,0	2,2	1,8	2,0	2,2
	Кількість тварин в технологічній групі, голів					
	5			10		
1 міс.	645±30*	663±25*	667±28*	633±31*	636±26*	637±30*
2 міс.	723±25**	723±30**	727±29**	677±36**	678±39**	669±40**
3 міс.	747±40**	729±48**	721±35**	760±41**	768±43**	799±39**
4 міс.	961±60***	972±53***	977±50***	972±49***	984±35***	944±40***
5 міс.	927±73***	907±65***	931±60***	965±53***	977±45***	1002±43***
6 міс.	877±25***	915±27***	841±26***	850±30***	872±35***	879±29***
Середнє за період 1–6 міс.	814±45***	819±50***	810±43***	810±35***	803±33***	805±31***
	Кількість тварин в технологічній групі, голів					
	15			20		
1 міс.	651±14*	655±11*	633±12*	518±11	526±10	538±12
2 міс.	651±13**	645±13**	658±20**	556±14	543±8	548±7
3 міс.	982±13***	1002±11***	1024±12***	660±11	703±14	701±10
4 міс.	866±9***	840±14***	867±31***	694±9	683±11	687±10
5 міс.	1001±12***	997±12***	965±17***	815±13	828±10	836±9
6 міс.	945±10***	991±12***	1008±19***	832±9	837±9	838±9
Середнє за період 1–6 міс.	849±12***	854±12***	859±18***	685±12	687±10	691±9

Примітки: вірогідність даних I – III груп розрахована до IV групи: * – відповідає – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Встановлено, що за величиною середньодобового приросту телиць яких утримували впродовж осінньо-зимового періоду в приміщенні полегшеного типу на глибокій довго незмінній солом'яній підстилці у технологічних групах 5 – 10 – 15 – 20 голів високо достовірно переважали ровесниць яких в технологічній групі становило – 20 голів. Отже інтенсивність вирощування телиць молочного періоду слід розуміти як комплекс взаємодій технологічних рішень на зростаючий організм, який сприяє формуванню та розвитку тих чи інших органів і функцій організму і тим самим збільшує його продуктивність в бажаному напрямі. Тобто чисельність технологічної групи тварин від 5 – 15 голів забезпечує більш повну реалізацію біологічного потенціалу росту телиць української чорно-рябої молочної породи.

Враховуючи важливість цієї проблеми на третьому етапі було поставлено завдання провести дослідження з вивченням затрат кормів на 1 кг приросту живої маси тіла в залежності від кількості тварин в технологічних групах від 5 до 20 голів.

Було поставлено завдання вивчити ефективність використання корму і його витрати на 1 кг приросту живої маси, які обумовлені технологією вирощування телиць в осінньо-зимовий період.

В технологічних групах від 5 до 20 голів при безприв'язному утриманні на глибокій довго незмінній солом'яній підстилці в приміщенні полегшеного типу викладені в таблиці 3.

Порівняння витрат кормів на одиницю приросту живої маси телиць в технологічних групах 5 і 20 голів показує, що за 1 міс. експерименту різниця між групами склала 1,40; 1,42 та 1,34 корм. од. або на 42,0; 43,0 і 41,0 % ($P < 0,05$), за 2 міс. – 2,20; 2,32 та 2,25 корм. од. або на 51,0; 54,0 і 52, % ($P < 0,05$). Упродовж 3 міс. вона склала 1,29; 1,10 та 1,09 корм. од. або на 29,0; 21,0 і 20,0 % ($P < 0,05$). За 4 міс – 2,79; 2,95 та 2,29 корм. од. або на 64,0; 69,0 і 67,0 % ($P < 0,05$). За 5 міс – 1,2; 1,03 та 0,90 корм. од. або на 21,0; 23,0 і 24,0 % ($P < 0,05$). За 6 міс – 0,38; 0,57 та 0,30 корм. од. або на 7,0; 11,0 і 5,0 % ($P < 0,05$). У середньому за період 1–6 міс. перевага телиць першої групи досягла 1,56; 1,58 та 1,52 корм. од. або на 36,0; 37,0 і 35,0 % ($P < 0,05$).

Таким чином, за весь період експерименту видно, що телиці в технологічній групі 5 голів в порівнянні з аналогами 20 голів мали вищу ступінь використання енергії корму на 1 кг приросту живої маси в середньому за 1–6 міс – 1,56; 1,58 та 1,52 корм. од. або на 36,0; 37,0 і 35,0 % ($P < 0,05$). Аналогічна особливість була відмічена в технологічній групі 10 голів в порівнянні з аналогами 20 голів.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

3. Витрати кормів на 1 кг приросту живої маси, кг

Вік тварин	Площа лігва на 1 голову, м ²					
	1,8	2,0	2,2	1,8	2,0	2,2
	Кількість тварин в технологічній групі, голів					
	5			10		
1 місяць: корм. од., пер. прот., г	3,32* 325	3,23* 316	3,21* 315	3,28* 331	3,27* 330	3,26* 329
2 місяць: корм. од., пер. прот., г	4,28* 471	4,26* 469	4,27* 470	4,56* 502	4,56* 502	4,49* 494
3 місяць: корм. од., пер. прот., г	4,92** 620	5,03** 634	5,09** 641	4,83** 613	4,78** 607	4,71** 598
4 місяць: корм. од., пер. прот., г	4,30*** 516	4,27*** 512	4,29*** 515	4,06*** 487	4,02*** 482	4,18*** 502
5 місяць: корм. од., пер. прот., г	3,91*** 414	4,00*** 424	3,94*** 418	3,77*** 396	3,72*** 391	3,63*** 381
6 місяць: корм. од., пер. прот., г	5,20*** 541	4,97*** 517	5,23*** 544	5,44*** 566	5,48*** 570	5,38*** 591
За період 1-6 міс.: корм. од., пер. прот., г	4,30*** 482	4,27*** 478	4,29*** 480	4,33*** 485	4,30*** 482	4,30*** 482
	Кількість тварин в технологічній групі, голів					
	15			20		
1 місяць: корм. од., пер. прот., г	3,76* 368	3,73* 365	3,73* 365	4,72 462	4,65 455	4,55 446
2 місяць: корм. од., пер. прот., г	5,49* 615	5,54* 620	5,43* 608	6,48 713	6,58 730	6,52 724
3 місяць: корм. од., пер. прот., г	4,39** 562	4,30** 550	4,21** 539	6,21 795	6,13 735	6,14 786
4 місяць: корм. од., пер. прот., г	5,70*** 690	5,83*** 709	5,65*** 684	7,09 858	7,22 874	7,19 870
5 місяць: корм. од., пер. прот., г	4,12*** 445	4,20*** 454	4,35*** 470	5,11 552	5,03 543	4,92 531
6 місяць: корм. од., пер. прот., г	4,96*** 550	4,68*** 519	4,61*** 512	5,58 625	5,54 620	5,53 619
За період 1-6 міс.: корм. од., пер. прот., г	4,73*** 534	4,70*** 531	4,68*** 529	5,86 662	5,85 661	5,81 657

Примітки: вірогідність даних I – III груп розрахована до IV групи: * – відповідає – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Дослідженнями встановлено, що різниця за 1 міс. склала 1,44; 1,38 і 1,29 корм. од. або 43,0; 42,0 і 39,0 % ($P < 0,05$), за 2 міс. було одержано міжгрупові розбіжності 1,92; 2,02 та 2,03 корм. од. або 42,0; 44,0 і 45,6 % ($P < 0,05$). У 3 міс. віці різниця склала 1,38; 1,35 та 1,43 корм. од. або 28,0; 35,0 і 30,0 % ($P < 0,05$). За 4 міс. досліду перевага тварин першої групи склала 3,03; 3,20 та 3,00 корм. од. або 73,0; 79,0 і 72,0 % ($P < 0,05$). За 5-й міс. відповідно 1,34; 1,31 та 1,29 корм. од. або 35,0; 35,0 і 35,0 % ($P < 0,05$). Упродовж 6-го міс. вона становила 0,14; 0,06 та 0,15 корм. од. або 2,0; 1,0 і 2,0 % ($P < 0,05$). У середньому за віковий період 1–6 міс. різниця між відповідними групами склала 1,53; 1,55 та 1,53 корм. од. або на 35,0; 36,0 і 35,0 % ($P < 0,05$).

Таким чином за період експерименту було відмічено телиці в групі 10 голів в порівнянні з аналогами в 20 голів мали вищу ступінь використання енергії корму на 1 кг приросту живої маси.

Така тенденція була відмічена в групі 15 голів в порівнянні з технологічною групою 20 голів. Так за 1 міс. – 0,96; 0,92 і 0,82 корм. од. або на 25,0; 24,0 і 21,0 % ($P < 0,05$), за 2 міс. було одержано між групові розбіжності 0,99; 1,04 та 1,09 корм. од. або на 18,0; 18,0 і 20,0 % ($P < 0,05$). У 3 міс. віці різниця склала 1,82; 1,83 та 1,93 корм. од. або на 41,0; 45,0 і 45,0 % ($P < 0,05$). За 4 міс. досліду перевага тварин першої групи склала 1,39; 1,39 та 1,54 корм. од. або на 24,0; 23,0 і 27,0 % ($P < 0,05$). За 5-й міс.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

відповідно 0,99; 0,62 та 0,52 корм. од. або на 24,0; 23,0 і 27,0 % ($P<0,05$). Упродовж 6-го міс. вона становила 0,62; 0,26 та 0,98 корм. од. або на 18,0; 18,0 і 19,0 % ($P<0,05$). В середньому за 6 міс експерименту різниця між відповідними групами склала 0,68; 0,86 та 0,92 корм. од. або на 23,0; 24,0 і 24,0 % ($P<0,05$).

Таким чином за весь період експерименту видно, що телиці в технологічній групі 15 голів в порівняно з аналогами в 20 голів мали вищу ступінь використання енергії корму: 1,13; 1,15; 1,13 к. од. або 12,0; 17,0; 24 % ($P<0,05$).

На снові отриманих в умовах виробництва даних провели багатокритеріальний аналіз, за методом оцінки інтегрального критерію відстані до цілі із застосуванням підходу згортання всіх критеріїв до одного N за допомогою нормування (табл. 4 та 5).

4. Динаміка живої маси дослідних тварин

Показник	Кількість тварин в технологічній групі, голів					
	4	4	4	2	2	3
	площа лігва на 1 голову, м ²					
	1	1,1111	2,2222	1	1,1111	2,2222
<i>Жива маса</i>						
При народженні, кг	1,0636	1,067	1,0636	1	1	1,003
У віці: 1 місяць	1,0334	1,0253	1,0714	1,0019	1	1,0019
2 місяці	1,0095	1,004	1	1,0068	1,0054	1,0379
3 місяці	1,0711	1,0722	1,0722	1,0644	1,06	1,0534
4 місяці	1,0311	1,0294	1,0278	1,0237	1,0173	1,0229
5 місяців	1,0332	1,0359	1,0319	1,0193	1,0121	1,0115
6 місяців	1,0504	1,0458	1,0557	1,0435	1,051	1,0492
<i>Інтенсивність росту, у віці:</i>						
1 місяць	1,0341	1,006	1	1,0537	1,0487	1,047
2 місяць	1,0055	1,0055	1	1,0738	1,0722	1,0866
3 місяць	1,3708	1,4046	1,4202	1,3473	1,3333	1,2816
4 місяць	1,0239	1,0123	1,0071	1,0123	1	1,0423
5 місяць	1,0809	1,1047	1,0762	1,0383	1,0255	1
6 місяць	1,1493	1,1016	1,1985	1,1858	1,1559	1,1467
<i>Витрати кормів на 1 кг приросту живої маси</i>						
1 місяць: ОЕ, МДж	1,1003	1,0461	1,0786	1,0813	1,1057	1,0949
пер. прот., г	1,0318	1,0032	1	1,0508	1,0477	1,0445
2 місяці: ОЕ, МДж	1,0047	1,0047	1	1,0715	1,0715	1,1970
пер. прот., г	1,0043	1	1,0022	1,0704	1,0704	1,0533
3 місяці: ОЕ, МДж	1,3747	1,4061	1,4259	1,3508	1,3333	1,1846
пер. прот., г	1,1503	1,1763	1,1893	1,1373	1,1262	1,1095
4 місяці: ОЕ, МДж	1,0228	1,0127	1,0076	1,0127	1	1,0455
пер. прот., г	1,0706	1,0623	1,0685	1,0104	1	1,0415
5 місяці: ОЕ, МДж	1,0815	1,1064	1,0905	1,0385	1,0272	1
пер. прот., г	1,0867	1,1129	1,0972	1,0394	1,0263	1
6 місяці: ОЕ, МДж	1,1509	1,1013	1,1983	1,1897	1,3104	1,2996
пер. прот., г	1,0567	1,0098	1,0625	1,1055	1,1133	1,1543
Сума	32,0921	32,0561	32,4674	30,0291	30,1134	30,2309

Аналіз результатів щодо формування технологічних груп телиць у виробничих умовах молочного комплексу показав, що утримання телиць у технологічній групі 15 голів та площі 2,2 м² на голову є найкращим.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

5. Динаміка живої маси дослідних тварин

Показник	Кількість тварин в технологічній групі, голів					
	1,333	1,333	1,333	1	1	1
	площа лігва на 1 голову, м ²					
	1	1,1111	2,2222	1	1,1111	2,2222
<i>Жива маса:</i>						
При народженні, кг	1,0404	1,0245	1,0372	1,0404	1,0437	1,0372
У віці: 1 місяць	1,0174	1,0057	1,0253	1,1006	1,0983	1,0869
2 місяці	1,0292	1,0235	1,0321	1,1386	1,1421	1,1316
3 місяці	1,0108	1,0009	1	1,1948	1,1934	1,1851
4 місяці	1,0085	1,007	1	1,205	1,2084	1,2005
5 місяців	1,0006	1	1,0006	1,201	1,201	1,192
6 місяців	1,0106	1,0026	1	1,2024	1,2008	1,2008
<i>Інтенсивність росту, у віці:</i>						
1 місяць	1,0245	1,0183	1,0537	1,2876	1,268	1,2397
2 місяць	1,1167	1,1271	1,1048	1,3075	1,3388	1,3266
3 місяць	1,0427	1,0219	1	1,5515	1,4566	1,4607
4 місяць	1,1362	1,1714	1,1349	1,4178	1,4407	1,4323
5 місяць	1,0009	1,005	1,0381	1,2294	1,2101	1,1985
6 місяць	1,0666	1,0171	1	1,2115	1,2043	1,2028
<i>Витрати кормів на 1 кг приросту живої маси</i>						
1 місяць: ОЕ, МДж	1,0082	1,0028	1	1,3740	1,3117	1,2900
пер. прот., г	1,1683	1,1588	1,1588	1,4667	1,4445	1,4159
2 місяць: ОЕ, МДж	1,1141	1,1250	1,1032	1,3083	1,3316	1,3238
пер. прот., г	1,3113	1,3220	1,2964	1,5203	1,5565	1,5438
3 місяць: ОЕ, МДж	1,0441	1,0230	1	1,4806	1,4596	1,4596
пер. прот., г	1,0427	1,0204	1	1,4750	1,3637	1,4583
4 місяць: ОЕ, МДж	1,1339	1,1692	1,1339	1,4117	1,4394	1,4319
пер. прот., г	1,4316	1,4710	1,4191	1,7801	1,8133	1,8050
5 місяць: ОЕ, МДж	1,0023	1,0068	1,0408	1,2285	1,2127	1,1991
пер. прот., г	1,1680	1,1916	1,2336	1,4489	1,4252	1,3937
6 місяць: ОЕ, МДж	1,0690	1,0194	1	1,2134	1,2048	1,2522
пер. прот., г	1,0743	1,0137	1	1,2207	1,2110	1,2090
Сума	29,4059	29,3817	29,3677	35,0163	34,8802	34,8992

Оскільки результати проведеного порівняльного аналізу за комплексним показником ефективності кожного із варіантів $N(C_k)$ у порівнянні з ідеалізованим, показали суттєву перевагу цього варіанту, для якого цільова функція за розглянутими критеріями була меншою і становила 0,0877. Інші варіанти були гіршими в 1,0160 – 3,3854 рази.

Висновки

Експериментально доведено доцільність застосування безприв'язної системи вирощування ремонтних телиць у різних технологічних групах в приміщеннях полегшеного типу.

1. Вирощування телиць з 10 – денного до 6 місячного віку безприв'язно на глибокій солом'яній підстилці в групових секціях 5, 10 і 15 голів порівняно з аналогами 20 голів сприяло підвищенню приросту живої маси в середньому за період експерименту на 14,0 – 20 % ($P < 0,05$).

2. Встановлено, що технологія вирощування в осінньо-зимовий період в приміщеннях полегшеного типу на глибокій солом'яній підстилці в технологічних групах 5 – 15 голів порівняно з аналогами 20 голів від 18 % – 24 % ($P < 0,05$).

3. За зазначених умов вирощування телиць встановлено скорочення витрат кормів на 1 кг приросту живої маси на 12 – 24 % ($P < 0,05$).

4. За результатами багатокритеріального аналізу встановлено, що утримання теличок в технологічній групі 15 голів та площі 2,2 м² на голову було найкращим, цільова функція для якого за розглянутими критеріями була меншою і становила 0,0877. Інші варіанти були гіршими в 1,0160–3,3854 рази.

Перспективною подальших досліджень може бути дослідження щодо формування технологічних груп теличок молочного періоду у виробничих умовах молочного комплексу в весняно-літній період, поведінка теличок в період годівлі відпочинку в різні періоди доби.

References

1. Gagarina, O. Ju., & Moshkina, S. V. (2017). Jeffektivnost razlichnyh tehnologij vyrashhivaniya remontnoho molodnjaka krupnogo rohatogo skota. *Vestnik Biotehnologii*, 11, 6. [In Ukrainian].
2. Hutchenko, H. A. (2017). Osoblyvosti kholodnoho metodu utrymanna teliat. *Studentskyi Naukovyi Visnyk MNAU*, 2 ((13) 2). S. 50–54. [In Ukrainian].
3. Sychova, O. O. (2009). Intensyvnyy rostu molodniaku velykoi rohatoi khudoby zalezno vid yoho morfo-funktsionalnoho statusu v neonatalnyi period. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannya Ukrainy*, 138, 47–51. [In Ukrainian].
4. Mysik, A. T. (2010). Sovremennye tendencii razvitiya zhivotnovodstva v stranah mira. *Zootehnika*, 1, 2–6. [In Russian].
5. Kostenko, V. I. (2017) *Tekhnolohiia vyrobnytstva moloka i yalovychyny: pidruchnyk*. Zhytomyr [In Ukrainian].
6. Kytaieva, A. P., & Husiatynska, O. O. (2017) *Tekhnolohichni pryimy pidvyshchennia efektyvnosti vyroshchuvannya molodniaku velykoi rohatoi khudoby molochnoho napriamku produktyvnosti: monohrafiia*. Odesa [In Ukrainian].
7. Tekeev, M.-A. Je., & Bidzhiev, A. A. (2020). Jeffektivnost' vyrashhivaniya teljat v molochnyy period. *International Agricultural Journal*, 1, 154–158. doi: 10.24411/2588-0209-2020-10142
8. Valieva, E. A., & Kaloev, B. S. (2016). Effektivnost vyrashivaniya telyat s raznym kolichestvom vypaivayemogo celnogo moloka. *Vestnik nauchnykh trudov molodykh uchenykh, aspirantov i magistrantov FGBOU*, S. 99–102. [In Russian].
9. Vilver, D. S. (2016). Vliyanie sezona goda pri rozhdenii na rost remontnykh tyolok. *APK Rossii*, 75 (1), 9–14. [In Russian].
10. Verbytskyi, P. P., & Dostoievskyi, P. P. (Reds.). (2004). *Dovidnyk likaria veterynarnoi medytsyny*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].
11. Tsai, V. P., Radchikov, V. F., Kot, A. N., Besarab, H. V., Medvedskyi, V. A., & Stoianovskyi, V. H. (2017) Yspolzovanye v ratsyonakh bychkov sylosa, zahotovlennoho s konsentratom-obohatytelem. *Aktualni pytannia tekhnolohii produktsii tvarynnystva: zbirnyk statei za rezultatamy II Vseukrainskoi naukovo praktychnoi internet-konferentsii 26–27 zhovtnia 2017 roku*. Poltava [In Ukrainian].
12. Prasad Vara, W. L. N. V., Srinivasa, N. H., Nasreen, A., Ramana, M. R. V., Srilatha, Ch., Sujatha, K., Phaneendra, M. S. S. V. (2017). A Case of cutaneous apocrine adenocarcinoma in a 10 days old buffalo calf. *Journal of Livestock Science*, 8, 35–37.
13. Pidpala, T. V. (Red.). (2018). *Intensyvni tekhnolohii u molochnomu skotarstvi: monohrafiia*. Mykolaiv [In Ukrainian].
14. Havrylenko, M. S., & Sharapa, H. S. (2009). Vyroshchuvannya telyts. *Agroexpert*, 1, 28–30. [In Ukrainian].
15. Havrylenko, M. S. (2008). Hodivlia teliat (ratsionalna hodivlia teliat ye osnovoiu stvorennia vysokoproduktyvnykh stad u hospodarstvakh riznykh form vlasnosti). *Agroexpert*, 3, 36–37. [In Ukrainian].
16. Koropets, L. A. (2020). Obgruntuvannya systemy vyroshchuvannya i vykorystannia velykoi rohatoi khudoby. *Doctor's thesis*. Kyiv [In Ukrainian].
17. Pidpala, T. V., Yasevin, S. Ie., & Drovniak, O. V. (2011) Intensyvne vyroshchuvannya remontnoho molodniaku molochnoi khudoby. *Zbirnyk Naukovykh Prats VNAU. Suchasni Problemy Seleksii, Rozvedennia ta Hihieny Tvaryn*, 11 (51), 117–120. [In Ukrainian].
18. Belyaev, Yu. A., & Snegir, S. S. (2009) Intensivnost rosta novorozhdennykh telyat, kak kriterij budushej ih produktyvnosti. *Problemy razvitiya agrarnogo sektora regiona. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Kursk* [In Russian].

19. Privalo, O., Snegir, S., & Zolenko, I. (2007). Intensivnost' vyrashhivaniya remontnyh telochek v molochnyj period. *Molochnoe i Mjasnoe Skotovodstvo*, 7, 9–10. [In Russian].
20. Tytarenko, I. V., Bushtuk, M. V., & Starostenko, I. S. (2016) Vplyv intensyvnosti vyroshchuvannya telyts na yikh vidtvornu zdattist ta molochnu produktyvnist. *Naukovo-Tekhnichniy Biuleten NDTs Biobezpeky ta Ekolohichnoho Kontroliu Resursiv APK*, 4 (1), 260–266. [In Ukrainian].
21. Popsuj, V. V., Korzh, O. V., & Opara, V. A. (2019). Effektivnoe ispolzovanie moloka i ego zamenitelya pri vyrashivanii remontnyh telok. *Aktualnye Problemy Intensivnogo Razvitiya Zhivotnovodstva*, 22 (2), 126–131. [In Russian].
22. Rubcov, I. A. (2019) Osobennosti rosta i razvitiya tjolok ukrainskoj chjornopjostroj molochnoj porody raznyh liniy v uslovijah PASP «Hleborob» Ichnjanskogo rajona Chernigovskoj oblasti. *Gorki: BGHA*, 22 (1), 54–59. [In Russian].
23. Kudrin, M. R., Izhboldina, S. N., & Fefilova, E. A. (2013) Tehnologija soderzhanija i kormlenija teljat s sobljudeniem parametrov mikroklimata v teljatnike. *Obshhestvennye Nauki*, 6, 48–55. [In Russian].
24. Kudrin, M. R. (2015) Vlijanie geneticheskikh faktorov na rost, razvitie remontnyh tjolok i vosproizvoditel'nye kachestva. *Agrarnaja Rossija*, 10, 19–21. [In Russian].
25. Kambur, M. D., Zamazii, A. A., & Kolehko, A. V. (2018) Rubtseva fermentatsiia ta rezystentnist orhanizmu teliat. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten NDTs biobezpeky ta Ekolohichnoho Kontroliu Resursiv APK*, 6 (2), 92–97. [In Ukrainian].
26. Hudjakova, V. V., & Gordeeva, A. K. (2017) Vyrashhivanie remontnyh tjolok krasno-pjostroj porody v uslovijah Pribajkal'ja. *Aktual'nye problemy botehnologii i veterinarnoj medicyny: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh*. Irkutsk: Irkutskij GAU [In Russian].
27. Sydorovych, M. (2003) Vlyianie tekhnolohyi na adaptatsiiu teliat v profylaktycheskyi peryod. *Molochnoe y Miasnoe Skotovodstvo*, 5, 12. [In Russian].
28. Piskun, V. I., Yatsenko, Yu. V., & Yatsenko, Yu. Yu. (2020). The concept of optimization of technological solutions of agricultural production. *Modern Engineering and Innovative Technologies*, 12 (1), 5-11. doi: 10.30890/2567-5273.2020-12-01-015

Стаття надійшла до редакції: 22.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Антоненко С. Ф., Піскун В. І., Руденко Є. В., Чигринов Є. І., Золотарев А. П., Осипенко Т. Л., Сікун М. В. Удосконалення елементів технології вирощування телиць в молочний період. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 110–119.

© Антоненко Сергій Федорович, Піскун Віктор Іванович, Руденко Євген Володимирович,
Чигринов Євген Іванович, Золотарев Андрій Петрович, Осипенко Тетяна Леонідівна,
Сікун Микола Вікторович, 2022



original article | UDC 636.5:637.4 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.15

THE INFLUENCE OF CROSS SELECTION ON THE EFFICIENCY OF COMMODITY
EGG PRODUCTION

S. O. Usenko*

O. O. Vasiliva

T. I. Karunna

B. S. Shaferivskyi

I. M. Zeliznyk

O. I. Kravchenko

ORCID  [0000-0001-9263-5625](https://orcid.org/0000-0001-9263-5625)ORCID  [0000-0002-8085-9880](https://orcid.org/0000-0002-8085-9880)ORCID  [0000-0001-9290-8961](https://orcid.org/0000-0001-9290-8961)ORCID  [0000-0001-5742-5016](https://orcid.org/0000-0001-5742-5016)ORCID  [0000-0002-1515-0541](https://orcid.org/0000-0002-1515-0541)ORCID  [0000-0001-8076-6070](https://orcid.org/0000-0001-8076-6070)

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

*Corresponding author

E-mail: sveta_usenko@ukr.net

How to Cite

Usenko, S. O., Vasiliva, O. O., Karunna, T. I., Shaferivskyi, B. S., Zeliznyk, I. M., & Kravchenko, O. I. (2022). The influence of cross selection on the efficiency of commodity egg production. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 120–125. doi: 10.31210/visnyk2022.01.15

The article presents the results of the analysis of the possibilities of further development of poultry farms taking into account the existing potential and problems of the modern poultry business. Monitoring of indexes of the productivity of cross-country race of Lomann is conducted in the conditions of PJSC the «Poltava poultry factory». The level of productivity of laying hens and the efficiency of using two lines of cross-country Lohmann LSL Light and Lohmann Brown were determined. It was found that Lomann Brown cross-laying hens maintained high viability and good adaptive qualities throughout the egg-laying period, as indicated by the survival rate of 96 %. Despite good adaptation to an intensive housing and use system, the Lohmann LSL Light crossbird had a 2 % lower survival rate than the Lohmann Brown crossbred hen. Studies have shown that Lomann LSL Light crosses the egg-laying peak quickly (91.4 %) and maintains high productivity until the end of its use. At the end of the productive period, the bird of this cross kept egg production at 69.1 %, which exceeds this figure compared to the bird of the cross Lohmann Brown by 3.6 %. However, the average weight of eggs obtained from the Lohmann LSL Light cross was lower compared to the average weight of eggs obtained from the Lohmann Brown cross. However, the cross-country bird Lohmann Brown dynamically increased live weight, and at the end of the productive period had a fairly high weight. Thus, at the end of egg-laying, the live weight of Lohmann LSL Light hens was at the level of 1629, while the hens - laying hens of Lohmann Brown had a live weight – 1880.9 g. It was found that the cost of feed, and consequently the cost of production in the cross Lohmann LSL Light is much lower than in the cross Lohmann Brown. These indicators indicate that the use of laying hens cross Lomann LSL Light in the conditions of PJSC "Poltava Poultry Farm" is more effective compared to the bird cross Lomann Brown.

Key words: laying hens, egg crosses of chickens, cross Lohmann LSL Light, cross Lohmann Brown, egg productivity of hens.

ВПЛИВ ПІДБОРУ КРОСУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ТОВАРНИХ ЯЄЦЬ

С. О. Усенко, О. О. Васильєва, Т. І. Карунна, Б. С. Шаферівський, І. М. Желізняк, О. І. Кравченко
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

В статті викладено результати аналізу можливостей подальшого розвитку птахофабрик з урахуванням існуючого потенціалу та проблем сучасного птахівничого бізнесу. Проведено моніторинг показників продуктивності кросу Ломанн в умовах ПрАТ «Полтавська птахофабрика». Визначено рівень продуктивності курей-несучок та ефективність використання двох ліній кросу Ломанн ЛСЛ Лайт та Ломанн Браун. У період яйцекладки кури-несучки кросу Ломанн Браун зберігали високі адаптивні і продуктивні якості. Попри добру адаптацію до інтенсивної системи утримання та використання, птиця кросу Ломанн ЛСЛ Лайт мала нижчий показник збереженості на 2 % в порівнянні з показником життєздатності курей кросу Ломанн Браун. Дослідження показали, що крос Ломанн ЛСЛ Лайт швидко виходить на пік яйцекладки (91,4 %) і зберігає високу продуктивність до кінця її використання. Саме кури цього кросу в кінці продуктивного періоду зберігали достатню яйценесучість на рівні 69,1% і цей показник перевищував такий у кросу Ломанн Браун на 3,6 %. В кінці продуктивного періоду птиця саме цього кросу зберегла яйценесучість на рівні 69,1 %, що перевищує цей показник порівняно з птицею кросу Ломанн Браун на 3,6 %. Проте середня маса яєць одержаних від кросу Ломанн ЛСЛ Лайт була нижчою, в порівнянні з середньою масою яєць отриманих від кросу Ломанн Браун. Слід зазначити, що гібридна птиця кросу Ломанн Браун інтенсивно росла і вже в кінці яйцекладки мала живу масу на рівні стандарту кросу, так по закінченні продуктивного періоду жива маса несучок кросу Ломанн Браун була на рівні 1880,9 г, в той час, як маса курей кросу Ломанн ЛСЛ Лайт лише 1629 г. Однак, птиця кросу Ломанн Браун динамічно нарощувала живу масу, і в кінці продуктивного періоду мала достатньо високу вагу. Так в кінці яйцекладки жива маса курей кросу Ломанн ЛСЛ Лайт була на рівні 1629 г, в той час, як кури – несучки кросу Ломанн Браун мали живу масу – 1880,9 г. Встановлено, що витрати на корми, а відповідно і собівартість виробництва продукції, у кросу Ломанн ЛСЛ Лайт значно нижчі ніж у кросу Ломанн Браун. Зазначені показники вказують на те, що використання курей-несучок кросу Ломанн ЛСЛ Лайт в умовах ПрАТ «Полтавська птахофабрика» більш ефективно порівняно з птицею кросу Ломанн Браун.

Ключові слова: кури-несучки, яєчні кроси курей, крос Ломанн ЛСЛ Лайт, крос Ломанн Браун, яєчна продуктивність курей.

Вступ

Сучасний стан птахівничої галузі в системі агропромислового виробництва вимагає ретельного подальшого вивчення питань підвищення ефективності діяльності підприємств і не останню роль в цьому відіграє вибір породи чи кросу.

Птахівники звертають увагу на те, що за останні роки на фабрики завозять племінний матеріал із-за кордону і дуже важливим є ефективне використання генетичного потенціалу нових кросів з великою віддачею. Відомо, що продуктивність птиці визначається не тільки фізіологічними можливостями, а й факторами середовища і в першу чергу рівнем годівлі та технологією утримання. Це пов'язано з тим, що птиця високопродуктивних спеціалізованих кросів дуже чутлива до навіть дуже незначних порушень годівлі і утримання. Зниження її продуктивності може досягти 50 % [2, 7, 14, 15, 16–20].

Прогресивна селекція пропонує величезне різноманіття порід і кросів птиці всіх напрямків продуктивності і всі вони доступні на ринку. Вони суттєво відрізняються за продуктивністю і відтворювальними якостями, вибагливі до кормів та системи утримання, або, навпаки, невимогливі до зовнішніх умов та до якості кормів [3, 5]

Зважаючи на вищезазначене, кури-несучки спеціалізованих яєчних кросів більше підходять для промислових птахофабрик, де є кваліфіковані фахівці і сучасні інтенсивні технології. Саме спеціалізовані кроси курей і були створені для інтенсивного використання на великих птахопідприємствах із закритим циклом виробництва [1, 13].

У той же час кури чистопорідні більш кращі для приватних та фермерських господарств, які не можуть на своїй міні-фермі формувати велике стадо кросованої птиці при інтенсивній системі утримання та використання [4].

Нині на світовий ринок вийшло близько 20 фірм, що працюють з так званими білими кросами яєчних курей. Найвідоміші: “Декалб”, “Єврибрид” (Голландія), “ІСА-Бебок”, “Шевер” (Канада), “Ломанн” (Німеччина), “Хай-Лайн” (США) тощо. Стільки ж фірм, у тому числі і названі вище, реалізують племінний матеріал коричневих кросів. Відомі також кроси “Тетра” (Угорщина), “Домінант” (Чехія), “Іза” (Франція). Високої продуктивності яєчні птахофабрики досягли завдяки використанню високопродуктивних кросів зарубіжної селекції: Ломанн-Браун, Ломанн-Вайт, Іза Браун, Іза Вайт, Хай Лайн, Шевер, Тетра СЛ, Хайсекс коричневий, Хайсекс білий, Декалб та інших. Використання цих кросів дало змогу яєчним птахівничим господарствам вийти на рівень 280–320 штук яєць від середньорічної курки-несучки за затрат кормів на 10 штук яєць 1,15–1,25 кг [1, 10, 11].

Хоча коричневі кроси мають трохи меншу яйценесучість, ніж білі, останнім часом намітилася стійка тенденція зростання їх популярності. А все тому, що вони мають деякі переваги над білими кросами: птиця більша за розміром і живою масою; маса яйця більше, хоча їх собівартість вище; птиця має більш спокійний характер і краще справляється зі стресами; у курчат і дорослої птиці вища збереженість і в цілому кращі адаптивні властивості; строкате забарвлення пір'я спрощує сортування курчат за статтю, що знижує трудовитрати [1, 11, 13].

Однак, зазначати, що є хороші і погані кроси не коректно, адже птиця проявляє свій генетичний потенціал лише в оптимальних технологічних умовах. Однак, крос Ломанн, має низку переваг, порівняно з іншими: по-перше, птиця забезпечує хороший рівень рентабельності виробництва. По-друге, має високу та ранню несучість, яка досягається за найменших, порівнюючи з іншими кросами, витрат на утримання. По-третє, навіть у пік продуктивного періоду птиця цього кросу практично не схильна до стресових чинників, спокійна і стійка до несприятливих факторів. По-четверте, товарне яйце, велике, з міцною шкаралупою [2, 8].

Такі яєчні кроси, як Ломанн Браун, Ломанн ЛСЛ Класік, Ломанн Сенді, на сьогодні є одними з найпродуктивніших кросів яєчного напрямку. Вони з'явилися в результаті багаторічної праці німецьких генетиків фірми «Lohmann Tierzucht GmbH». Птиця цього німецького кросу добре зарекомендувала себе в Україні протягом багатьох років, хоча спочатку передбачалося, що ареалом їх проживання буде тільки м'який клімат Європи. Сьогодні їх масово утримують у промислових птахівничих господарствах України і зокрема Полтавської області для отримання прибутку [6, 11, 12].

Складність оцінки виробничих якостей птиці полягає в тому, що кроси досить подібні за своїми основними характеристиками, але деякі важливі відмінності можуть стати визначальними у остаточному висновку та рекомендаціях тому і постає питання визначення ефективності використання певного кросу в умовах господарства [5, 10].

Метою наших досліджень було вивчення ефективності та перспектив використання птиці спеціалізованих яєчних кросів у птахопідприємстві, яке спеціалізується на виробництві товарних яєць.

Матеріали і методи досліджень

Проведено моніторинг показників продуктивності кросу Ломанн в умовах ПрАТ «Полтавська птахофабрика», яка розташована в с. Стасі Диканського району Полтавської області. Провідним напрямком роботи господарства є виробництво товарного яйця.

Вихідними формами для проведення досліджень стали зібрані на птахопідприємстві матеріали по утриманню та використанню птиці кросів Ломанн Браун та Ломанн ЛСЛ Лайт, а також звітна документація по результатам роботи птахофабрики за 2018–2020 роки.

Визначено рівень продуктивності курей-несучок та ефективність використання двох ліній кросу Ломанн ЛСЛ Лайт та Ломанн Браун.

Для досліджень використовувалися методи: зоотехнічні – збереженість, кількісні та якісні показники яйценесучості; технологічні та статистичні методи. Визначення системи утримання птиці продуктивного стада кросів Ломанн Браун та Ломанн ЛСЛ Лайт проведено на основі аналізу технології виробництва харчових яєць у ПрАТ «Полтавська птахофабрика».

Приміщення для утримання курей у ПрАТ «Полтавська птахофабрика» складається з 6 батарей по 5 рядів і 2 батарей по 4 ряди. Розмір клітки – 60 × 70 см. Щільність посадки в середньому – 6–8 гол/м².

Пташники влаштовані інтенсивною вентиляцією, штучним освітленням з регулюванням світлового дня. Світловий режим, інтенсивність і джерела освітлення у двох піддослідних групах курей – несучок були однаковими і відповідали технологічним умовам, прийнятим у господарстві. Для годівлі птиці піддослідних груп використовували повнораціонний комбікорм, виробництва Диканського

комбікормового заводу. Витрати корму при годівлі гібридних курей-несучок становила в середньому: для Ломанн ЛСЛ Лайт – 105–108 г; для Ломанн Браун – 108–110 г на добу на одну голову.

Для оцінки якості яйцекладки застосовували груповий облік яйцenesучості, який використовують в товарних господарствах. Продуктивні якості курей – несучок кросів Ломанн ЛСЛ Лайт та Ломанн Браун промислового стада оцінювали на основі основних показників яєчної продуктивності. Яйцenesучість курей-несучок оцінювали шляхом щоденного обліку кількості знесених яєць. На основі одержаних даних продуктивності птиці визначали такі показники: валовий збір яєць, несучість на середню несучку, інтенсивність несучості, маса знесених яєць, кількість яєчної маси.

Масу яєць визначали поштучним їх зважуванням (для зразка відбирали по 100 яєць з партії).

Економічні показники вираховували для характеристики ефективності утримання та використання гібридних несучок двох спеціалізованих яєчних кросів в умовах конкретного господарства.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідженнями встановлено, що рівень збереженості курей – несучок кросів Ломанн Браун та Ломанн ЛСЛ Лайт в продуктивний період суттєво відрізнявся. Так, кури – несучки кросу Ломанн Браун зберегали високу життєздатність та добрі адаптивні якості на що вказує показник збереженості – 96% за весь продуктивний період – до 50–51 тижня.

Птиця кросу Ломанн ЛСЛ Лайт теж добре адаптована до інтенсивної системи утримання та використання, але показник її збереженості був на 2 % нижче відповідно до показника життєздатності курей кросу Ломанн Браун. Аналіз рівня збереженості птиці Ломанн Браун свідчить про те, що вона швидко адаптується до умов утримання та годівлі і здатна зберігати високу продуктивність.

Рівень яєчної продуктивності птиці кросів Ломанн ЛСЛ Лайт та Ломанн Браун суттєво відрізняється. Так крос Ломанн ЛСЛ Лайт швидко виходить на на 50% яйцекладки у 27–28 тижнів, при цьому відбувається збільшення маси яйця на 0,4–0,45 г, а пік яйцекладки 94,5–94,6% припадає на 30–32 тиждень продуктивного періоду і зберігає високу продуктивність до кінця її використання. В кінці продуктивного періоду птиця саме цього кросу зберегла яйцenesучість на рівні 69,1 %, що перевищує цей показник порівняно з птицею кросу Ломанн Браун на 3,6 %. Однак, птиця кросу Ломанн Браун динамічно нарощувала живу масу – до 20 тижня життя, і в кінці продуктивного періоду мала достатньо високу вагу. Так в кінці яйцекладки жива маса курей кросу Ломанн ЛСЛ Лайт була на рівні 1629 г, в той час, як кури-несучки кросу Ломанн Браун мали живу масу 1880,9 г.

По масі яєць, одержаних від курей кросів Ломанн ЛСЛ Лайт та Ломанн Браун теж спостерігаються суттєві відмінності. Середня маса яєць одержаних від кросу Ломанн ЛСЛ Лайт – 60,6 г, а середня маса яєць отриманих від кросу Ломанн Браун – 63,8 г. Спостерігається перевага 1 категорії яєць у кросі Ломанн ЛСЛ Лайт – 52 %, 38 % – категорія «відбірні», 2 категорія – 9%, найменша кількість категорії «відбірні» – 1 % (рис. 1).

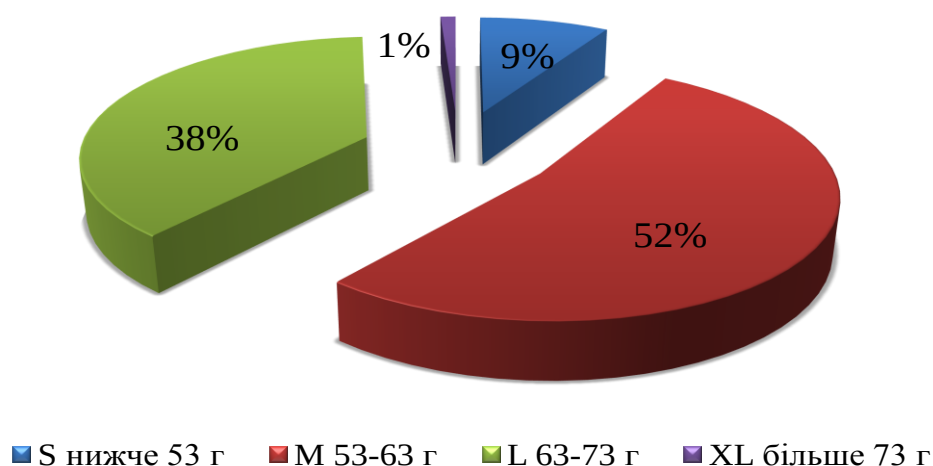


Рис. 1. Розподіл категорій яєць, одержаних від птиці кросу Ломанн ЛСЛ Лайт в період яйцenesності

Середня маса яєць одержаних від кросу Ломанн ЛСЛ Лайт – $60,6 \pm 2,3$ г, з коефіцієнтом варіації – 10,7, а середня маса яєць отриманих від кросу Ломанн Браун – $63,8 \pm 2,4$ г, з коефіцієнтом варіації – 10,5.

У кросу Ломанн Браун за розподілом категорії яєць спостерігається інша ситуація: 66% – це категорія «відбірні», 1 категорії – 28 %, 2 категорія – 5 %, а категорії «вибірні» – менше 1 % (рис. 2).

Таким чином більше яєць 1 категорії (52 %) одержують від курей-несучок кросу Ломанн ЛСЛ Лайт, а кросу Ломанн Браун – категорію «відбірні» (66 %), крупніші яйця.

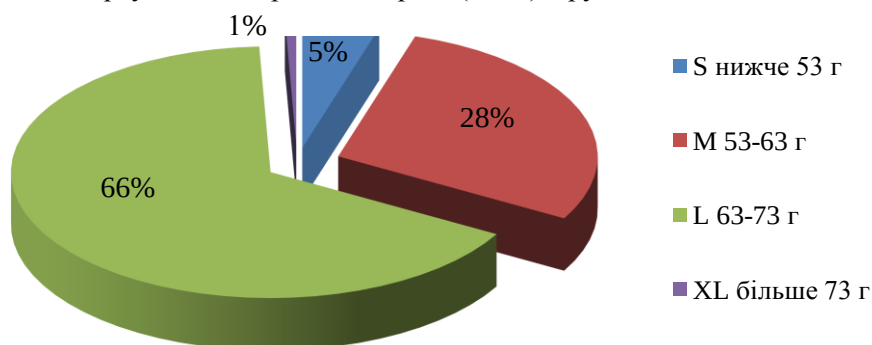


Рис. 2. Розподіл яєць, одержаних від курей кросу Ломанн Браун за масою

Отже, при дослідженні оптимальних параметрів підбору яєчного кросу в умовах спеціалізованого підприємства виявлено, що гібридні несучки кросу Ломанн ЛСЛ Лайт найбільше відповідають вимогам, що ставляться до яєчної птиці. По комплексу показників кури-несучки кросу Ломанн ЛСЛ Лайт мають високу інтенсивність яйценесучості на рівні – 94 – 96 %, більше яєць 1 категорії одержують від птиці кросу Ломанн ЛСЛ Лайт – 52 %, 38 % – категорія «відбірні», 2 категорія – 9 %, найменша кількість категорії «вибірні» – 1 %, збереженість птиці промислового стада знаходиться на одному рівні: Ломанн ЛСЛ Лайт – 94–95 %, Ломанн Браун – 95–96 %. Крім того, від кросу Ломанн ЛСЛ Лайт отримано яйця із білою шкаралупою і саме вони користуються найбільшим попитом у споживачів, ніж яйця коричневого кольору, одержані від птиці кросу Ломанн Браун.

Таким чином, проведені дослідження дозволяють стверджувати, що кури кросів Ломанн ЛСЛ Лайт і Ломанн Браун, створені німецькою компанією Lohmann Tierzucht GmbH, є досить перспективними для промислового використання, що обумовлено їх високими показниками яєчної продуктивності [4, 5]. Важливою особливістю курей кросу Ломанн ЛСЛ Лайт є невибагливість і помірність в годівлі, а також вища, порівняно з кросом Ломанн Браун, яйценосність. Проте дещо меншою масою яйця у всі вікові періоди характеризувались кури кросу Ломанн ЛСЛ Лайт, що підтверджується дослідженнями науковців [1, 2, 11].

Висновки

Дослідження показали, що використання курей-несучок кросу Ломанн ЛСЛ Лайт в умовах ПрАТ «Полтавська птахофабрика» більш ефективно порівняно з птицею кросу Ломанн Браун. Ефективно використовувати Ломанн ЛСЛ Лайт на підприємствах, що спеціалізуються на виробництві товарних яєць – саме ця птиця забезпечить максимально ефективне виробництво яєць при мінімальних витратах кормів, адже споживання корму на 1 гол/день у курей Ломанн ЛСЛ Лайт на 5–8 г менше, порівняно з курами кросу Ломанн Браун, а в структурі собівартості продукції у птахівництві корми складають майже 60 %. При низьких витратах комбікормів можна отримати більше яєць 1 категорії та «відбірні» – майже 60 %, що відповідно забезпечить високі прибутки та зростання рівня рентабельності виробництва продукції. Для отримання курячого м'яса і яєць птицю кросу Ломанн Браун бажано використовувати на приватних та фермерських птахопідприємствах.

Перспективи подальших досліджень. Донедавна завданням яєчного птахівництва було підвищення несучості, що призвело до скорочення терміну формування яйця і значного фізіологічного навантаження на організм несучки. Як наслідок, останнім часом, спостерігається погіршення якості шкаралупи товарних яєць. Саме тому наші подальші дослідження спрямовані на пошук шляхів покращення якості шкаралупи яєць без зниження яйценесучості.

References

1. Baranovskyi, D. I., Nahaievych, V. M., & Khokhlov, A. M. (2005). *Henofond sviiskykh tvaryn Ukrainy*. Kharkiv: Espada [In Ukrainian].
2. Voitenko, S. L., & Vasyliieva, O. O. (2012). *Suchasni tekhnolohii u svynarstvi ta ptakhivnytstvi: navchalnyi posibnyk*. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].
3. Voitenko, S. L., Vasyliieva, O. O., & Vyshnevskiy, L. V. (2018). Ukrainske ptakhivnytstvo na pleminnii osnovi. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu Seriiia «Tvarynnytstvo»*, 7 (35), 23–26. [In Ukrainian].
4. Voitenko, S. L., Vasyliieva, O. O., & Vyshnevskiy, L. V. (2018). Monitorynh kurivnytstva Ukrainy. Aktualni pytannia tekhnolohii produktsii tvarynnytstva. *Zbirnyk statei za rezultatamy III Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii*. Poltava [In Ukrainian].
5. Voitenko, S. L., & Vasyliieva, O. O., (2018). The modern gene pool of Ukrainian poultry. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 115–121. doi: 10.31210/visnyk2018.03.17
6. Kury Lomann Braun: zmist, rozvedennia, hoduvannia krosu. Retrieved from: <http://dovidkam.com/sadigorod/gospodarstvo/kuri-loman-braun-zmist-rozvedennya-goduvannya-krosu.html>
7. Liubenko, O. I., Kryvyi, V. V., & Ivanov, I. V. (2019). The influence of feed quality on egg productivity of laying hens under conditions of “Chornobaivske” branch of the private joint-stock company “Agroholding Avangard.” *Taurian Scientific Herald*, 109 (2), 83–88. doi: 10.32851/2226-0099.2019.109-2.13
8. Nesushki Loman. Rukovodstvo po sodержaniyu. Retrieved from: <https://www.winmixsoft.com/ru/blog/item/lohmann> [In Russian].
9. Lomann LSL – Klassik. Rukovodstvo po sodержaniyu. Retrieved from: <https://docplayer.com/64234073-Lomann-lsl-klassik-nesushki.html> [In Russian].
10. Polehenka, M. (2019). An analysis of the current state of poultry production in Ukraine. *Ekonomika Ta Derzhava*, (3), 137. doi: 10.32702/2306-6806.2019.3.137
11. Romanyk, H. M., & Fedorovych, V. V. (2020). Quality indicators of eggs of lohmann brown and lohmann sandy crossbreeds. *Scientific and Technical Bulletin Of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives And Institute of Animal Biology*, 21 (1), 162–167. doi: 10.36359/scivp.2020-21-1.21
12. *Rukovodstvo po sodержaniyu nesushek korsa Lomann LSL Lajt: Lomann Tircuht. Instrukciya* (2015). Germany: LOHMANN TIERZUCHT GmbH [In Russian].
13. Khomichuk, O. O. (2009). Yaiechna produktyvnist kurei riznykh krosiv ta klasiv rozpodilu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 4, 229–228. [In Ukrainian].
14. Goel, A. (2021). Heat stress management in poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105 (6), 1136–1145. doi: 10.1111/jpn.13496
15. Shevchuk, M. O., Stoyanovskyy, V. G., & Kolomiiets, I. A. (2018). Technological stress in poultry. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (88), 63–68. doi: 10.32718/nvlvet8811
16. Wasti, S., Sah, N., & Mishra, B. (2020). Impact of Heat Stress on Poultry Health and Performances, and Potential Mitigation Strategies. *Animals*, 10 (8), 1266. doi: 10.3390/ani10081266
17. Smolyar, R., Kovtun, O. (2005). Vysokoefektyvni innovatsiyi u ptakhivnytstvi. *Propozytsiya*, 4, 11–14. [In Ukrainian].
18. Zherebov, M. Ye. (2003). Perspektyvy haluzi: *Suchasne Ptakhivnytstvo*, 12, 8–9. [In Ukrainian].
19. Stepanenko, I. A. (2009). Kharakterystyka henetychnykh resursiv pytsi u ptakhohospodarstvakh Ukrayiny. *Suchasne Ptakhivnytstvo*, 8 (81), 5–9. [In Ukrainian].
20. Tereshchenko, O. V. (2011). Stan i perspektyvy rozvytku ptakhivnytstva. *Suchasne ptakhivnytstvo*, 8, 4–8. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 24.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Усенко С. О., Васильєва О. О., Карунна Т. І., Шаферівський Б. С., Желізняк І. М., Кравченко О. І. Вплив підбору кросу на ефективність виробництва товарних яєць. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 120–125.

© Усенко Світлана Олексіївна, Васильєва Ольга Олександрівна, Карунна Тетяна Іванівна, Шаферівський Богдан Сергійович, Желізняк Іван Миколайович, Кравченко Оксана Іванівна, 2022



original article | UDC 612:636.4 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.16

INFLUENCE ON PROOXIDANT-ANTIOXIDANT HOMEOSTASIS OF SPERM PRODUCTION
IN BOARS DURING HEAT STRESS

I. V. Pavlova

ORCID  [0000-0002-8905-8879](https://orcid.org/0000-0002-8905-8879)Poltava State Agrarian University, Skovorody Str., 1/3, Poltava, 36003, Ukraine
E-mail: inga17pavlova@gmail.com

How to Cite

Pavlova, I. V. (2022). Influence on prooxidant-antioxidant homeostasis of sperm production in boars during heat stress. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 126–133. doi: 10.31210/visnyk2022.01.16

In current conditions, in the conditions sharp change of climate, the main factor of growth productivity on revealing of adaptive properties an organism under the influence of thermal stresses. The aim of the study was to determine on prooxidant- antioxidant homeostasis of sperm of boars of different breeds during heat stress. The experiment used adult boars of two breeds of Poltava meat (PM) and red and white meat (RWB), analogues in age, live weight and quality of sperm produced, during heat stress. It is established that in the period of thermal stress in the semen of boars prooxidant-antioxidant homeostasis is shifted towards the acceleration of peroxidation: stable growth in the semen of PM rocks of the number of dienes . conjugates and TBA-active complexes; RWB breed had a negative effect up to 30 days of the experiment with the subsequent development of an adaptive response. Such changes were accompanied by a decrease in superoxide dismutase activity in PM ($p < 0.01$) and the content of reduced glutathione and ascorbic acid with a parallel increase in catalase activity. The unequal influence of heat stress on the formation of prooxidant-antioxidant homeostasis in the semen of boars of different breeds was revealed. It was found that inactivation (SOD activity) of reactive oxygen species has significantly higher functional activity ($p < 0.01$) in representatives of the RWB compared to PM. The level of saturation of this tissue with reduced glutathione and DAC was higher in animals of PM breed. It was found that in the period of the experiment with increasing intensity of oxidative processes, there was a manifestation of adaptation to the adverse effects of ultra-high temperatures on the 70th day of the experiment. Thus, compared with RWB breeds, PM animals had a more effective effect of feed additives, which was manifested in the rapid recovery of glutathione, ascorbic acid, as well as in the reduction of diene conjugates and TBA-active complexes, which indicates an earlier activation of the adaptive processes of the organism of the second genotype under heat stress.

Key words: sperm, heat stress, prooxidation-antioxidant homeostasis, boars.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО
ГОМЕОСТАЗУ У СПЕРМІ КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ ЗА ДІЇ ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ

І. В. Павлова

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Теплові навантаження на тварин в літній період представляють суттєву загрозу для отримання не тільки якісної спермопродукції, але й загалом спричиняє падіння продуктивних властивостей. Метою дослідження було визначити дію теплового стресу на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз в спермі кнурів-плідників різних порід. У досліді використовували кнурів-плідників двох порід полтавської м'ясної (ПМ) та червоно-білої м'ясної (ЧБП), аналогів за віком, живою масою та якістю спермопродукції. Встановлено, що в період теплового стресу в спермі кнурів-плідників прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз зміщується в бік прискорення процесів пероксидного

окислення: стабільне зростання в спермі ПМ породи кількості дієних кон'югатів і ТБК-активних сполук; ЧБП породи мав негативний ефект до 40 днів експерименту з подальшим розвитком адаптаційної реакції. Такі зміни супроводжувалися зниженням активності супероксиддисмутази в ПМ ($p < 0,01$) і вмісту відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти з одночасним підвищенням рівня каталази. Виявлений неоднаковий вплив теплового стресу на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі тварин різних порід. Встановлено, що інактивація (активність СОД) активних форм Оксигену має вірогідно вищу функціональну активність сперматозоїдів ($p < 0,01$) у представників ЧБП порівняно із ПМ породами. При цьому рівень насиченості відновленим глутатіоном і дегідроаскорбіновою кислотою у спермі був вищим у тварин ПМ породи. Встановлено, що у представників породи ЧБП в період дослідів із збільшенням інтенсивності перебігу окисних процесів, спостерігався прояв адаптації до несприятливого впливу надвисоких температур на 70-ту добу.

Ключові слова: сперма, тепловий стрес, прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз, кнури-плідники.

Вступ

Функціональний стан сім'яника обумовлює нормальний перебіг процесів відтворення, зокрема сперматогенезу. У ссавців температура у сім'яниках є лабільною будучи на 2–8 °С нижче температури тіла, щоб забезпечує успішний сперматогенез та життєздатність спермій [1]. Більш низька температура підтримується системою охолодження, що включає мошонку, сплетення та м'язи [1]. Більш високі температури у цьому органі призводять до посилення метаболізму без відповідного збільшення кровопостачання, що обумовлює локальну гіпоксію та шкідливим вплив на тканини [2–4]. Цей процес описаний у дослідженнях де пригнічення функції сім'яників при тепловому стресі призводило до зниження фертильності у тварин [5–7] та людей [8]. Такі зміни викликаються окисним стресом - спричиненим тепловим фактором.

Окислювальний стрес визначається як пошкодження, спричинене біомолекулами через дисбаланс між прооксидантними молекулами, антиоксидантними молекулами [9]. Збільшення активних форм Оксигену (АФО) або зниження рівня антиоксидантів відбувається після теплового стресу, однак точний механізм досі невідомий.

Сперматозоїди дуже чутливі до окисного пошкодження через високий рівень поліненасичених жирних кислот у їх плазматичній мембрані [11]. Крім того, редукована цитоплазма обмежує рівні внутрішньоклітинних антиоксидантів у цих гаметах [11] та ставить під загрозу запліднення [12]. Так, втрата цілісності мембран викликає зниження рухливості сперматозоїдів і порушує злиття сперматозоїдів з ооцитами [13, 14]. АФО впливають не тільки на мембрану сперматозоїдів, оскільки високі рівні у плазмі негативно впливають на їх рухливість та спричиняють фрагментацію ДНК сперматозоїдів [15]. Сперматозоїди кнурів продукують високі рівні перекису гідрогену, особливо через велику кількість поліненасичених та насичених жирних кислот і низького вмісту холестерину та фосфоліпідів у плазматичній мембрані [16]. Відбуваються пошкодження у присутності АФО та наступна втрата цілісності мембрани і акросоми [16]. Різні ферментативні та неферментативні антиоксиданти, присутні в плазмі, дозволяють нейтралізувати АФО. Дійсно, дослідження перекисного окиснення ліпідів та антиоксидантних ферментів у фертильних та безплідних тварин показали збільшення активності супероксиддисмутази (СОД) [17].

Придаток сім'яника є важливим джерелом вмісту антиоксидантів у спермальній плазмі, що захищають сперматозоїд від окисного пошкодження під час теплових навантажень [18]. У цьому контексті вивчення антиоксидантної активності в епідермальному середовищі може дати інформацію про механізми захисту від окисного стресу, спричиненого тепловим навантаженням. Взаємозв'язок між властивостями сперматозоїдів та системою антиоксидантного захисту, присутньою у спермальній плазмі в умовах окисного стресу, є недостатньо описаним у кнурів.

Антиоксидантна відповідь на стресову подію може включати негайну відповідь у гострих ситуаціях, що здійснюється в основному за рахунок активації білків. З іншої сторони, важлива і довготривала відповідь, яка вимагатиме активації генів та трансляції нових білків [19, 20]. У цьому контексті актуальним дослідження є із оцінки впливу теплового стресу, вплив на якість еякулятів та ферментативну антиоксидантну активність протягом кількох тижнів поспіль в літній період.

Надмірно висока температура у приміщеннях в літній період в елеверах де утримуються кнури-плідники порушує їх відтворювальну функцію. Найчастіше це проявляється у зниженні статеві активності тварин,

концентрації спермій в еякуляті та їх біологічної повноцінності [21, 22], також збільшує відсоток їх аномальних форм [24–26]. В основі порушення цих процесів лежить інтенсивне окиснення ненасичених жирних кислот мембран спермій та зміни прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу [23].

Мета досліджень – встановити вплив дії теплового стресу на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників різних порід.

Матеріали і методи досліджень

Експерименти були проведені в умовах Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. У досліді використано кнурів-плідників полтавської м'ясної (ПМ) і червоно-білопоясої м'ясної (ЧБП) порід 10 голів відібраних за методом аналогів (вік, жива маса, якість спермопродукції). Після цього сформовано дві групи кнурів-плідників по 5 голів у кожній. Годівля кнурів-плідників здійснювалась згідно з нормами ІСв і АПВ НААН. Дослідження проводилися методом груп-періодів. Тривалість експерименту становила 100 діб, зокрема: 1 період – підготовчий 30 діб, 2 період – основний 40 діб та 3 період – завершальний 30 діб.

У досліджуваних зразках сперми кнурів-плідників визначали показники стану ПАГ. Для оцінки рівня перебігу пероксидного окиснення визначали: концентрацію дієнових кон'югатів – спектрофотометрично [27] і ТБК-активних сполук (альдегіди і кетони) – фотоелектроколориметрично [28]. Рівень антиоксидантного захисту визначали за активностями супероксиддисмутази (СОД) – фотометрично [29] і каталази (КТ) – за методикою з використанням ванадій-молібдатної реакції [30]; вмістом відновленої форми глутатіона – фотоелектроколориметрично з реактивом Елмана [31]; концентрацією аскорбінової (АК) і дегідроаскорбінової (ДАК) кислот – за кількістю озонів, модифікованим методом [32].

Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistica для WindowsXP. При порівнянні досліджуваних показників та міжгрупових різниць використовували t-критерій Ст'юдента, а результат вважали вірогідним за $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз отриманих даних досліджень свідчить про те що, інтенсивність перебігу процесів пероксидації у спермі кнурів-плідників істотно залежала від дії теплового навантаження (табл. 1, 2). Установлено, що вплив теплового навантаження на тварин істотно залежить рівень бета- та пребета-ліпопротеїдів та прямує до зниження в основний період на 33,6 % ($p < 0,001$) у тварин ПМ породи та на 21,1 % ($p < 0,001$) в ЧБП, відповідно. На завершальному етапі у кнурів-плідників ЧБП породи цей показник становив на 68,7 % ($p < 0,05$) нижче від початкового періоду. Зафіксована міжпородна різниця за рівнем бета- та пребета – ліпопротеїдів, де на момент завершення експерименту у тварин породи ПМ на 77,5 % ($p < 0,001$) цей показник був вищим в порівнянні із тваринами породи ЧБП.

На тлі зменшення концентрації бета- та пребета-ліпопротеїдів у період розвитку теплового стресу встановлено стабільне зростання вмісту первинних продуктів пероксидації – ДК у спермі кнурів-плідників ПМ породи від початку на 38,4 % ($p < 0,001$) (40-ва доба) та незначне падіння показника при прояві адаптаційних механізмів організму на 9,1 % ($p < 0,001$) в завершальний період. У представників ЧБП породи протягом експерименту спостерігалася стабільна тенденція до зростання ДК у спермі на 44,7 % ($p < 0,001$) (40-ва доба) та 5,8 % ($p < 0,001$) (70-та доба) порівняно із тваринами породи ПМ.

1. Інтенсивність перебігу процесів пероксидації у спермі кнурів-плідників Полтавської м'ясної породи, $M \pm m$, $n=5$

Періоди	БЕТА та пре-БЕТА-ліпопротеїн, ммоль/л	Дієнові кон'юганти, ммоль/л	ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	
			до інкубації	після інкубації
1	2,98±0,45	1,14±0,17	25,04±3,86	27,26±2,69
2	2,23±0,27***	1,85±0,25***	32,18±2,72	29,34±2,45
3	2,84±0,20*	1,68±0,22***	54,06±3,19	60,13±1,81

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – порівняно з початковим періодом; 1 – підготовчий період; 2 – основний; 3 – завершальний.

Розвиток теплового стресу супроводжувався різною інтенсивністю накопичення ТБК-активних комплексів в еякулятах тварин обох порід. Встановлено, що кількість ТБК-активних комплексів у кнурів-плідників ПМ породи була вищою на 32,8 % ($p < 0,001$) (70-та доба) відносно тварин ЧБП

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

породи. Відповідно виявлена вірогідна міжпородна різниця за впливу теплового навантаження на інтенсивність утворення ТБК-активних комплексів.

2. Інтенсивність перебігу процесів пероксидації у спермі кнурів-плідників Червоно-білопоясої м'ясної породи, $M \pm m, n=5$

Періоди	БЕТА та пре-БЕТА-ліпопротеїн, ммоль/л	Дієнові кон'юганти, ммоль/л	ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	
			до інкубації	після інкубації
1	$2,70 \pm 0,22 \square\square$	$1,23 \pm 0,13 \square$	$30,18 \pm 1,64 \square\square\square$	$32,47 \pm 2,83 \square\square\square$
2	$2,23 \pm 0,34^{***}$	$1,78 \pm 0,14^{***}\square$	$34,25 \pm 2,88 \square\square\square$	$41,26 \pm 2,15 \square$
3	$1,60 \pm 0,27^{*}\square\square\square$	$1,89 \pm 0,11^{***}\square\square$	$40,70 \pm 3,07^{*}\square\square\square$	$53,18 \pm 2,96$

Примітки: I – це кнури контрольної групи; II – кнури дослідної групи, які отримували препарат гумінової природи. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – порівняно з початковим періодом; $\square$ – $p < 0,05$; $\square\square$ – $p < 0,01$; $\square\square\square$ – $p < 0,001$ – порівняно з кнурами полтавської м'ясної породи.

Стан антиоксидантного захисту (табл. 3, 4) виявив активацію адаптивних властивостей організму тварин в основний період експерименту. Встановлено, що активність СОД протягом експерименту в ПМ зросла на 36,1 % ($p < 0,001$) (40-ва доба) та зниження на 22,2 % ($p < 0,001$) (70-та доба), відповідно. В той час у тварин ЧБП на 7,7 % ($p < 0,001$) (70-та доба) спостерігалось зменшення активності СОД. Зафіксована міжпородна різниця, де у тварин породи ПМ за дії теплового стресу рівень СОД на 38,5 % ($p < 0,001$) (40-ва доба) та на 16,6 % ($p < 0,001$) (70-та доба), активніше порівняно з тваринами породи ЧБП.

3. Стан системи антиоксидантного захисту у спермі кнурів-плідників Полтавської м'ясної породи, $M \pm m, n=5$

Періоди	СОД, уо/а	Каталаза + H_2O_2 , ммоль/л	Активність глутатионпероксидази, ммоль/л	Аскорбінова кислота, ммоль/л	Дегідроаскорбінова кислота, ммоль/л
1	$0,23 \pm 0,04$	$19,76 \pm 3,16$	$0,23 \pm 0,05$	$21,16 \pm 1,56$	$16,76 \pm 2,04$
2	$0,36 \pm 0,07^{***}$	$20,20 \pm 1,88$	$0,18 \pm 0,03^{***}$	$13,03 \pm 1,28^{*}$	$22,27 \pm 1,82^{*}$
3	$0,28 \pm 0,05^{***}$	$23,41 \pm 2,56$	$0,20 \pm 0,03^{***}$	$15,73 \pm 1,52^{***}$	$26,18 \pm 1,71^{*}$

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – порівняно з початковим періодом; 1 – підготовчий період; 2 – основний; 3 – завершальний.

Із збільшенням терміну дії теплового фактору інтенсивність утворення пероксиду гідрогену зростала, що проявлялось у збільшенні активності КТ у тварин ПМ на 15,9 % (70-та доба). У тварин ЧБП вміст КТ найвищого рівня сягнув в основний період на 46,6 % ($p < 0,001$) в порівнянні із початковим періодом.

На тлі теплового стресу спостерігалось інтенсивне використання АК і ДАК кислот. У породи ПМ кількість відновленої форми кислоти зменшувалась на 62,4 % ($p < 0,05$) в основний період, а окислена форма на 24,7 % ($p < 0,05$). При цьому у кнурів породи ЧБП кількість АК знижувалась на 20,5 %, а ДАК на 27,6 % ($p < 0,05$).

4. Стан системи антиоксидантного захисту у спермі кнурів-плідників Червоно-білопоясої м'ясної породи, $M \pm m, n=5$

Періоди	СОД, уо/а	Каталаза + H_2O_2 , ммоль/л	Активність глутатионпероксидази, ммоль/л	Аскорбінова кислота, ммоль/л	Дегідроаскорбінова кислота, ммоль/л
1	$0,25 \pm 0,06 \square\square\square$	$16,25 \pm 1,92$	$0,21 \pm 0,05$	$12,74 \pm 1,97$	$14,79 \pm 2,01 \square\square\square$
2	$0,26 \pm 0,04^{***}\square\square\square$	$23,70 \pm 1,40^{***}$	$0,20 \pm 0,04^{***}\square\square\square$	$10,12 \pm 1,65$	$20,43 \pm 1,80^{*}\square\square\square$
3	$0,24 \pm 0,03^{***}\square\square\square$	$26,11 \pm 1,85^{***}$	$0,23 \pm 0,03$	$15,24 \pm 1,52$	$18,72 \pm 1,72 \square\square\square$

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – порівняно з початковим періодом; $\square$ – $p < 0,05$; $\square\square$ – $p < 0,01$; $\square\square\square$ – $p < 0,001$ – порівняно з кнурами полтавської м'ясної породи; 1 – підготовчий період; 2 – основний; 3 – завершальний.

За дії теплового стресу спостерігалось інтенсивне використання АК і ДАК кислот у тварин. У породи ПМ кількість відновленої форми кислоти зросла на 9,7 % в основний період та поступовою адаптацією до завершального періоду. Аналогічна тенденція, тільки з незначною різницею концентрації кислот.

Таким чином, розвиток теплового стресу в спермі кнурів-плідників супроводжується прискоренням процесів пероксидного окислення та зниженням рівня системи антиоксидантного захисту. При чому представники ЧБП породи були менш чутливими до дії даного фактору.

Тепловий стрес пов'язаний зі зниженням рухливості, концентрації та життєздатності сперматозоїдів у мишей [33], бугаїв [34–36], чоловіків [37] та баранів [38, 39], свиней [40]. У дослідженні спостерігали зниження рухливості, виживаності, а також збільшення відсотка клітин із дефектами аж до п'ятого експериментального тижня [41]. Аналогічні результати спостерігалися при тепловому стресі баранів протягом 14 чи 28 днів [42]. Крім того, у дослідженнях спостерігалось пошкодження акросоми та плазматичної мембрани сперматозоїдів з еякуляту після індукованого теплового стресу. В цьому випадку тепловий стрес погіршив якість сперми приблизно на 1 цикл сперми (47 днів). Це очевидно обумовлюється інтенсивним окисленням ліпідів.

Ліпіди, а саме ПНЖК, структурних молекул у плазматичних мембранах сперматозоїдів [43]. Перекисне окиснення ПНЖК вважається основною причиною зниження рухливості сперматозоїдів через збільшення концентрації АФО [44–47]. Збільшення АФО також було пов'язане з морфологічними змінами сперматозоїдів та тератоспермією [47, 48]. Ступінь пошкодження залежить від природи та кількості залучених АФО, тривалості впливу та позаклітинних факторів, таких як температура [44].

Паскуалотто та ін. [49] повідомили про зв'язок між високими рівнями АФО в спермальній плазмі та зниженням кількості сперматозоїдів та рухливості. Під час теплового стресу антиоксидантний захист репродуктивної системи слабшає та викликає окислювальний стрес [50], який може погіршити функцію яєчка та негативно вплинути на характеристики сперми [51]. Тканина сім'яника стає однією з мішеней для окислювального стресу через високий вміст поліненасичених ліпідів мембран [52]. При цьому встановлено позитивну кореляцію між рухливістю сперматозоїдів та активністю аргінази в спермальній плазмі та сперматозоїдах [52, 53]. Даний ензим регулює концентрації оксиду Нітрогену (NO) [54], який призводить до збільшення рухливості сперматозоїдів [55].

Висновки

1. Розвиток теплового стресу в спермі кнурів-плідників супроводжується прискоренням процесів пероксидного окислення та зниженням рівня системи антиоксидантного захисту. При чому представники ЧБП породи були менш чутливими до дії даного фактору.

2. Встановлено міжпорідні особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі, де у кнурів-плідників полтавської м'ясної породи характеризуються високим вмістом бета-та пребета-ліпопротеїдів ($p < 0,001$), аскорбінової кислоти, активності СОД ($p < 0,001$) та загальною смністю антиоксидантної системи.

References

1. Senger, P. L. (2003). The organization and function of the male reproductive system. In Senger, P. L. (Ed.). *Pathways to Pregnancy and Parturition* 4th edition (pp. 44–79). Pullman: Current Conceptions, pp. 44–79, 4th edition, 2003.
2. Aitken, R. J., & Roman, S. D. (2008). Antioxidant Systems and Oxidative Stress in the Testes. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1 (1), 15–24. doi: 10.4161/oxim.1.1.6843
3. Reyes, J. G., Farias, J. G., Henríquez-Olavarrieta, S., Madrid, E., Parraga, M., Zepeda, A. B., & Moreno, R. D. (2012). The Hypoxic Testicle: Physiology and Pathophysiology. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2012, 1–15. doi: 10.1155/2012/929285
4. Hou, W., Dong, Y., Zhang, J., Yin, Z., Wen, H., Xiong, L., & Li, W. (2012). Hypoxia-Induced Deacetylation Is Required for Tetraploid Differentiation in Response to Testicular Ischemia-Reperfusion (IR) Injury. *Journal of Andrology*, 33 (6), 1379–1386. doi: 10.2164/jandrol.112.016584
5. Nichi, M., Bols, P. E. J., Zügel, R. M., Barnabe, V. H., Goovaerts, I. G. F., Barnabe, R. C., & Cortada, C. N. M. (2006). Seasonal variation in semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* bulls raised under tropical conditions. *Theriogenology*, 66 (4), 822–828. doi: 10.1016/j.theriogenology.2006.01.056

6. Fleming, J. S., Yu, F., McDonald, R. M., Meyers, S. A., Montgomery, G. W., Smith, J. F., & Nicholson, H. D. (2004). Effects of scrotal heating on sperm surface protein PH-20 expression in sheep. *Molecular Reproduction and Development*, 68 (1), 103–114. doi: 10.1002/mrd.20049
7. Paul, C., Teng, S., & Saunders, P. T. K. (2009). A Single, Mild, Transient Scrotal Heat Stress Causes Hypoxia and Oxidative Stress in Mouse Testes, Which Induces Germ Cell Death1. *Biology of Reproduction*, 80 (5), 913–919. doi: 10.1095/biolreprod.108.071779
8. Blumer, C. G., Fariello, R. M., Restelli, A. E., Spaine, D. M., Bertolla, R. P., & Cedenho, A. P. (2008). Sperm nuclear DNA fragmentation and mitochondrial activity in men with varicocele. *Fertility and Sterility*, 90 (5), 1716–1722. doi: 10.1016/j.fertnstert.2007.09.007
9. Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (2015). Oxidative stress and redox regulation: adaptation, damage, repair, senescence, and death. *Free Radicals in Biology and Medicine*, 199–283. doi: 10.1093/acprof:oso/9780198717478.003.0005
10. Schibler, L., Vaiman, D., Oustry, A., Giraud-Delville, C., & Cribiu, E. P. (1998). Comparative Gene Mapping: A Fine-Scale Survey of Chromosome Rearrangements between Ruminants and Humans. *Genome Research*, 8 (9), 901–915. doi: 10.1101/gr.8.9.901
11. Vernet, P., Aitken, R., & Drevet, J. (2004). Antioxidant strategies in the epididymis. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 216 (1-2), 31–39. doi: 10.1016/j.mce.2003.10.069
12. Flesch, F. M., & Gadella, B. M. (2000). Dynamics of the mammalian sperm plasma membrane in the process of fertilization. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Reviews on Biomembranes*, 1469 (3), 197–235. doi: 10.1016/s0304-4157(00)00018-6
13. Jones, R., & Mann, T. (1977). Damage to ram spermatozoa by peroxidation of endogenous phospholipids. *Reproduction*, 50 (2), 261–268. doi: 10.1530/jrf.0.0500261
14. Koppers, A. J., De Iuliis, G. N., Finnie, J. M., McLaughlin, E. A., & Aitken, R. J. (2008). Significance of Mitochondrial Reactive Oxygen Species in the Generation of Oxidative Stress in Spermatozoa. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93(8), 3199–3207. doi: 10.1210/jc.2007-2616
15. Mahfouz, R., Sharma, R., Thiagarajan, A., Kale, V., Gupta, S., Sabanegh, E., & Agarwal, A. (2010). Semen characteristics and sperm DNA fragmentation in infertile men with low and high levels of seminal reactive oxygen species. *Fertility and Sterility*, 94 (6), 2141–2146. doi: 10.1016/j.fertnstert.2009.12.030
16. Alvarez, J. G., & Storey, B. T. (1992). Evidence for increased lipid peroxidative damage and loss of superoxide dismutase activity as a mode of sublethal cryodamage to human sperm during cryopreservation. *Journal of Andrology*, 13 (3), 232–241.
17. Dandekar, S. P., Nadkarni, G. D., Kulkarni, V. S., & Puneekar, S. (2002). Lipid peroxidation and antioxidant enzymes in male infertility. *Journal of Postgraduate Medicine*, 48 (3), 186–190.
18. Potts, R. J., Jefferies, T. M., & Notarianni, L. J. (1999). Antioxidant capacity of the epididymis. *Human Reproduction*, 14 (10), 2513–2516. doi: 10.1093/humrep/14.10.2513
19. Djordjevic, J., Djordjevic, A., Adzic, M., Niciforovic, A., & Radojicic, M. B. (2010). Chronic stress differentially affects antioxidant enzymes and modifies the acute stress response in liver of Wistar rats. *Physiological Research*, 59 (5), 729–736. doi: 10.33549/physiolres.931862
20. Rahal, A., Kumar, A., Singh, V., Yadav, B., Tiwari, R., Chakraborty, S., & Dhama, K. (2014). Oxidative Stress, Prooxidants, and Antioxidants: *The Interplay*. *BioMed Research International*, 2014, 1–19. doi: 10.1155/2014/761264
21. Kunowska-Słószarz, M., & Makowska, A. (2011): Effect of breed and season on the boars semen characteristics. *Animal Science*, 49, 77–86.
22. Bajena, M., Kondracki, S., Iwanina, M., Wysokinska, A., & Adamiak, A. (2016). Physical characteristics of ejaculates produced by insemination boars depending on the interval between successive ejaculate collections. *Journal of Central European Agriculture*, 17 (2), 260–271. doi: 10.5513/jcea01/17.2.1699
23. Buchko, O. M. (2013). Vilnoradykalni protsesy v orhanizmi porosiat za dii huminovoї dobavky. *Bioloģiia Tvaryn*, 15 (1), 27–33. [In Ukrainian].
24. Gyria, V. M., Usachova, V. Y., Myronenko, O. I., & Slynko, V. G. (2019). Thermal comfort and productivity of pigs. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 105–112. doi: 10.31210/visnyk2019.02.13
25. Kondracki, S., Wysokińska, A., Kowalewski, D., Muczyńska, E., Adamiak, A. (2009). Season's influence on the properties of male domestic pig semen. *Studia Ekonomiczne i Regionalne*, 3 (1), 177–187.

26. Strzeżek, J., Korda, W., Glogowski, J., Wysocki, P., & Borkowski, K. (1995). Influence of semen-collection frequency on sperm quality in boars, with special reference to biochemical markers. *Reproduction in Domestic Animals*, 30 (2), 85–94. doi: 10.1111/j.1439-0531.1995.tb00609.x
27. Shabunyn, S. V. (2010). Metodicheskiye polozheniya po yzucheniyu protsessov svobodnoradykalnoho okysleniya v sisteme antyoksydantnoi zashchyty orhanyzma. Voronezh [In Russian].
28. Rybalka, V. P. (Red.). (2005). *Suchasni metody doslidzhen u svynarstvi*. Poltava [In Ukrainian].
29. Kaidashev, I. P. (1996). *Posibnyk z eksperymentalno-klinichnykh doslidzhen z biolohii ta medytsyny*. Poltava [In Ukrainian].
30. Koroliuk, M. A., Yvanova, L. Y., Maiorova, Y. H., & Tokarev, E. V. (1988). Metod opredeleniya aktyvnosti katalazu. *Laboratornoe Delo*, 1, 16–19. [In Russian].
31. Shabunyn, S. V. (2010). *Metodicheskiye polozheniya po yzucheniyu protsessov svobodnoradykalnoho okysleniya v sisteme antyoksydantnoi zashchyty orhanyzma*. Voronezh [In Russian].
32. Kovalenko, V. F., Shostia, A. M., & Usenko, S. O. (2004). Patent Ukrainy № 67054A. Kyiv: Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy [In Ukrainian].
33. Pérez-Crespo, M., Pintado, B., & Gutiérrez-Adán, A. (2008). Scrotal heat stress effects on sperm viability, sperm DNA integrity, and the offspring sex ratio in mice. *Molecular Reproduction and Development*, 75 (1), 40–47. doi: 10.1002/mrd.20759
34. Fields, M. J., Burns, W. C., & Warnick, A. C. (1979). Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. *Journal of Animal Science*, 48 (6), 1299–1304. doi: 10.2527/jas1979.4861299x
35. Barros, C. M., Pegorer, M. F., Vasconcelos, J. L., Eberhardt, B. G., & Monteiro, F. M. (2006). Importance of sperm genotype (indicus versus taurus) for fertility and embryonic development at elevated temperatures. *Theriogenology*, 65 (1), 210–218. doi: 10.1016
36. Rahman, M. B., Vandaele, L., Rijsselaere, T., Maes, D., Hoogewijs, M., Frijters, A., Noordman, J., Granados, A., Dernelle, E., Shamsuddin, M., Parrish, J. J., & Van Soom, A. (2011). Scrotal insulation and its relationship to abnormal morphology, chromatin protamination and nuclear shape of spermatozoa in Holstein-Friesian and Belgian Blue bulls. *Theriogenology*, 76 (7), 1246–1257. doi: 10.1016/j.theriogenology.2011.05.031
37. Thonneau, P., Bujan, L., Multigner, L., & Mieusset, R. (1998). Occupational heat exposure and male fertility: a review. *Human Reproduction (Oxford, England)*, 13 (8), 2122–2125. doi: 10.1093/humrep/13.8.2122
38. Voglmayr, J. K., Setchell, B. P., & White, I. G. (1971). The effects of heat on the metabolism and ultrastructure of ram testicular spermatozoa. *Reproduction*, 24 (1), 71–80. doi: 10.1530/jrf.0.0240071
39. Williamson, P. (1974). The fine structure of ejaculated ram spermatozoa following scrotal heating. *Journal of Reproduction and Fertility*, 40 (1), 191–195. doi: 10.1530/jrf.0.0400191
40. Stepchenko, L., Galyzina, L., Pavlova, I., Shostya, A., Kravchenko, O., & Maslak, M. (2019). The influence of humic nature substances on the quality of sperm production in breeding boars during heat stress. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 141–146. doi: 10.31210/visnyk2019.04.17
41. Byers, S. W. (1984). Effect of scrotal insulation on the ability of ram testes to produce testosterone in vitro. *Journal of Reproduction and Fertility*, 71 (1), 17–21. doi: 10.1530/jrf.0.0710017
42. Byers, S. W., & Glover, T. D. (1984). Effect of scrotal insulation on the pituitary-testicular axis of the ram. *Journal of Reproduction and Fertility*, 71 (1), 23–31. doi: 10.1530/jrf.0.0710023
43. Walczak-Jedrzejowska, R., Wolski, J. K., & Slowikowska-Hilczek, J. (2013). The role of oxidative stress and antioxidants in male fertility. *Central European Journal of Urology*, 65, 60–67. doi: 10.5173/ceju.2013.01.art19
44. Suleiman, S. A., Ali, M. E., Zaki, Z. M., el-Malik, E. M., & Nasr, M. A. (1996). Lipid peroxidation and human sperm motility: protective role of vitamin E. *Journal of andrology*, 17 (5), 530–537.
45. Peris, S. I., Bilodeau, J. F., Dufour, M., & Bailey, J. L. (2007). Impact of cryopreservation and reactive oxygen species on DNA integrity, lipid peroxidation, and functional parameters in ram sperm. *Molecular Reproduction and Development*, 74 (7), 878–892. doi: 10.1002/mrd.20686
46. Ferramosca, A., Pinto Provenzano, S., Montagna, D. D., Coppola, L., & Zara, V. (2013). Oxidative stress negatively affects human sperm mitochondrial respiration. *Urology*, 82 (1), 78–83. doi: 10.1016/j.urology.2013.03.058

-
47. Agarwal, A., Tvrda, E., & Sharma, R. (2014). Relationship amongst teratozoospermia, seminal oxidative stress and male infertility. *Reproductive Biology and Endocrinology : RB&E*, 12, 45. doi: 10.1186/1477-7827-12-45
48. Pavlova, I. V. (2020). Morphological and physiological peculiarities of different breed boars' spermatozoa under the action of heat stress. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 189–195. doi: 10.31210/visnyk2020.03.21
49. Pasqualotto, F. F., Sharma, R. K., Nelson, D. R., Thomas, A. J., & Agarwal, A. (2000). Relationship between oxidative stress, semen characteristics, and clinical diagnosis in men undergoing infertility investigation. *Fertility and Sterility*, 73 (3), 459–464. doi: 10.1016/s0015-0282(99)00567-1
50. Potts, J. M., & Pasqualotto, F. F. (2003). Seminal oxidative stress in patients with chronic prostatitis. *Andrologia*, 35 (5), 304–308.
51. O'Bryan, M. K., Schlatt, S., Phillips, D. J., de Kretser, D. M., & Hedger, M. P. (2000). Bacterial lipopolysaccharide-induced inflammation compromises testicular function at multiple levels in vivo. *Endocrinology*, 141 (1), 238–246. doi: 10.1210/endo.141.1.7240
52. Mishra, M., & Acharya, U. R. (2004). Protective action of vitamins on the spermatogenesis in lead-treated Swiss mice. *Journal of trace elements in medicine and biology : organ of the Society for Minerals and Trace Elements (GMS)*, 18 (2), 173–178. doi: 10.1016/j.jtemb.2004.03.007
53. Elgün, S., Kaçmaz, M., Sen, I., & Durak, I. (2000). Seminal arginase activity in infertility. *Urological Research*, 28 (1), 20–23. doi: 10.1007/s002400050004
54. Eskiocak, S., Gozen, A. S., Taskiran, A., Kilic, A. S., Eskiocak, M., & Gulen, S. (2006). Effect of psychological stress on the L-arginine-nitric oxide pathway and semen quality. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research = Revista Brasileira de Pesquisas Medicas e Biologicas*, 39 (5), 581–588. doi: 10.1590/s0100-879x2006000500003
55. Nathan, C. (1997). Inducible nitric oxide synthase: what difference does it make? *Journal of Clinical Investigation*, 100 (10), 2417–2423. doi: 10.1172/jci119782

Стаття надійшла до редакції: 26.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Павлова І. В. Особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за дії теплового стресу. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 126–133.

© Павлова Інга Володимирівна, 2022



original article | UDC 612:636.4 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.17

INFLUENCE OF VITAMIN FEED ADDITIVE ON THE QUALITY OF SPERM PRODUCTION
IN BOARS

A. M. Shostya

I. V. Sarnavska*

ORCID  [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364)ORCID  [0000-0001-9055-4936](https://orcid.org/0000-0001-9055-4936)

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

*Corresponding author

E-mail: irynasarnavskaia@gmail.com

How to Cite

Shostya, A. M., & Sarnavska, I. V. (2022). Influence of vitamin feed additive on the quality of sperm production in boars. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 134–141. doi: 10.31210/visnyk2022.01.17

The housing conditions have a significant impact among the factors affecting the reproductive capacity of pigs. One of the components of the conditions for housing animals is the temperature in the premise, especially in summer, when they are exposed to temperature stress. This is accompanied by the acceleration of peroxidation processes, which negatively affects the reproductive capacity. The aim was to find out the features of the effect of vitamin feed additives on the quality of sperm production in boars. In the experiment it was used 6 boars of the Large White breed, analogues in age, live weight and quality of sperm, from which it has been formed 2 groups of animals with 3 heads in each: I (control) and II (experimental). The duration of the experiment was 120 days, including: preparatory – 30, main – 60 (feeding vitamin A, vitamin E, ascorbic acid) and final – 30 days. In the main period of the experiment, the diet of boars of the control group remained unchanged, and in the experimental period, a vitamin additive (vitamin A, vitamin E and ascorbic acid) was added to it. The level of antioxidant vitamins in the diet of the second experimental group was higher by 10 % compared to the control group. The quality of sperm production was controlled by: ejaculate mass, concentration, motility and sperm survival. The state of prooxidant-antioxidant homeostasis was determined in sperm plasma and sperm. It has been determined the fact that housing boars under conditions of higher temperatures is accompanied by a decrease indexes in sperm production: sperm concentration – by 29.0 % ($p < 0.001$), the number of live sperm in the ejaculate – by 35.5 %, total sperm – by 25.6 %, sperm motility – by 15.5 % ($p < 0.001$) and their survival rate by 23.3 % ($p < 0.001$). This is accompanied by a change in biochemical parameters in sperm and sperm plasma under the action of heat factor on the 45th day: an increase in the content of diene conjugates in sperm plasma in 1.6 times ($p < 0.01$) and native sperm in 1.2 times ($p < 0.05$), as well as reducing the amount of vitamin A ($p < 0.01$) in these secretions. The additional introduction of vitamins A, E and C in the diet of boars increases the quality of sperm: ejaculate volume ($p < 0.001$), concentration ($p < 0.001$), motility ($p < 0.05$) and sperm survival ($p < 0.001$), which improves the fertility of sperm. Such changes occur against the background of the predominance of vitamin A in the plasma of sperm ($p < 0.01$) and sperm ($p < 0.001$), vitamin E in sperm ($p < 0.01$), as well as increased superoxide dismutase activity in sperm plasma ($p < 0.01$) and native sperm ($p < 0.05$) relative to intact animals.

Key words: boars, vitamin A, vitamin E, ascorbic acid, sperm production, sperm, peroxidation, heat stress.

ВПЛИВ ВІТАМІННОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ НА ЯКІСТЬ СПЕРМОПРОДУКЦІЇ У КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ**А. М. Шостя, І. В. Сарнавська**

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Серед факторів, що впливають на відтворну здатність свиней, суттєву дію мають умови утримання. Однією зі складових умов утримання тварин є температура у приміщенні, особливо у літню пору року, коли вони піддаються температурному стресу. Це супроводжується прискоренням процесів пероксидації, що негативно впливає на відтворювальну здатність. Метою було з'ясувати особливості впливу вітамінної кормової добавки на якість спермопродукції у кнурів-плідників залежно від температурних умов. В експерименті використано 6 кнурів-плідників великої білої породи, аналогічними за віком, живою масою та якістю спермопродукції, з яких сформовано 2 групи тварин по 3 голови в кожній: I (контрольна) та II (дослідна). Тривалість експерименту становила 120 діб, у тому числі: підготовчий – 30, основний – 60 (згодовування вітаміну А, вітаміну Е, аскорбінової кислоти) та заключний – 30 діб. В основному періоді досліду раціон кнурів-плідників контрольної групи залишався без змін, а у дослідній до нього додавали вітамінну добавку (вітамін А, вітамін Е та аскорбінову кислоту). Рівень вітамінів антиоксидантної дії у раціоні другої дослідної групи був вищим відповідно на 10 % порівняно з контрольною групою. Якість спермопродукції контролювали за: масою еякуляту, концентрацією, рухливістю та переживаємістю спермійів. У спермальній плазмі і спермі визначали стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу. Встановлено, що утримання кнурів-плідників умовах підвищених температур супроводжується зниженням показників спермопродукції: концентрації спермійів – 29,0 % ($p < 0,001$), кількості живих спермійів у еякуляті – 35,5 %, загальна кількість спермійів – 25,6 %, рухливості спермійів – 15,5 % ($p < 0,001$) та їх переживаємості на 23,3% ($p < 0,001$). Це супроводжується зміною біохімічних показників у спермі і спермальній плазмі за дії теплового фактору вже на 45-ту добу: збільшення вмісту дієнових кон'югатів у плазмі сперми у 1,6 рази ($p < 0,01$) та цільній спермі у 1,2 рази ($p < 0,05$), а також зменшенні кількості вітаміну А ($p < 0,01$) у даних секретах. Додаткове введення вітамінів А, Е і С до складу раціону кнурам-плідникам підвищує якість спермопродукції: об'єм еякуляту ($p < 0,001$), концентрацію ($p < 0,001$), рухливість ($p < 0,05$) і виживаність спермійів ($p < 0,001$), що сприяє покращенню запліднювальної здатності спермійів. Такі зміни відбуваються на тлі переважання концентрації вітаміну А у плазмі сперми ($p < 0,01$) і спермі ($p < 0,001$), вітаміну Е у спермі ($p < 0,01$), а також підвищення активності супероксиддисмутази в спермальній плазмі ($p < 0,01$) і цільній спермі ($p < 0,05$) відносно інтактних тварин. Ключові слова: кнури-плідники, вітамін А, вітамін Е, аскорбінова кислота, спермопродукція, спермії, пероксидація, тепловий стрес.

Ключові слова: кнури-плідники, вітамін А, вітамін Е, аскорбінова кислота, спермопродукція, спермії, пероксидація, тепловий стрес.

Вступ

Серед факторів, що впливають на відтворну здатність свиней, суттєву дію мають умови утримання. Однією зі складових умов утримання тварин є температура у приміщенні, яка визначається порою року. У літній та зимовий періоди свині піддаються температурному стресу [1]. Підвищена температура у свинарнику часто негативно впливає на організм свиноматок та кнурів [2, 3]. Це відбувається тлі прискорення процесів пероксидації, що негативно впливає на статеву систему [4]. Тривале перебування свиней в умовах теплового стресу може призводити до теплового удару [5, 6]. У кнурів-плідників цей фактор призводить до окислювального пошкодження через відносно високу кількість ненасичених жирних кислот у плазматичній мембрані та низьку антиоксидантну властивість у їх спермальній плазмі [7].

Значна кількість порушень у відтворювальній функції виникає через прискорення окислювального стресу, який спостерігається на тлі нестачі антиоксидантів в кормі. Вітаміни А та Е посилюють дію антиоксидантних ензимів - супероксиддисмутази та глутатіон пероксидази [8–10].

Репродуктивний цикл свиноматок складається з чіткого зміни певних фаз – проєструса, еструса, вагітності та періоду статевого спокою через зміни гормонального фону. Серед найбільш чутливих гомеостатичних констант до змін ендокринного профілю у тварин є процеси пероксидного окислення, які відбуваються за участю реакційно-здатних форм кисню (АФО) [11, 12].

З'ясовано, що прооксидативний гомеостаз в крові свиноматок визначаються періодами статевого циклу та вагітності [13]. Часто зниження плодючості та виживання ембріонів пов'язане з дією підвищених температур на свиноматку, може значною мірою бути пов'язане зі зменшенням ДНК цілісності сперматозоїдів у кнура-плідника [14, 15]. З'ясовано, що в разі, коли ооцити запліднені сперміями піддалась дії теплового стресу з пошкодженою ДНК в подальшому це призведе до порушення розвитку ембріонів [16].

Саме в критичні періоди ембріонального розвитку (імплантації, плацентації) процеси пероксидного окиснення прискорюються, як результат, підвищується чутливість ембріона до пошкодження АФО, а його захисні можливості знижуються [17, 18].

Найважливішими біологічними АФО є супероксидний аніон, гідроксильний радикал, пероксил, алкоксил та гідропероксил, які у великій кількості можуть спричинити пошкодження ДНК, пероксидне окиснення ліпідів та пошкодження білка. Відбувається знешкодження ферментативними антиоксидантами: супероксиддисмутазою, глутатіонпероксидазою, каталазою та глутатіонредуктазою, неферментативними антиоксидантами: вітаміном С і вітаміном Е. Нормальний рівень АФО відіграє важливу регуляторну роль завдяки різним шляхам передачі сигналів у фолікулогенезі, дозріванні ооцитів жовтого тіла та розвитку фетоплаценти [19, 20].

Значна лабільність прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу спрямована на створення необхідних умов для запліднення. На початку переважання вагітності зміщення гомеостатичних констант допомагає задовольнити потреби ембріонів [21, 22].

Процеси сперматогенезу та подальшого дозрівання спермія дуже чутливі до температури.

У кнурів згубний вплив теплового стресу на якість сперми та продуктивність може проявлятися через кілька днів або тижнів після теплової дії [23]. Відбувається зменшення об'єму в спермальній плазмі, зниження концентрації і рухливості спермій та збільшення аномальних спермій, порушення біосинтезу андрогенів, тривалості часу еякуляції [24].

Відносно високий вміст ненасичених жирних кислот у плазматичній мембрані та низька антиоксидантна активність спермальної плазми – все це сприяє до пероксидативного стресу (окислювальне пошкодження поліненасичених ліпідів, опосередковане вільними радикалами), що може призвести до пошкодження ДНК спермій у періоди теплового стресу.

Метою було з'ясувати особливості впливу вітамінної кормової добавки на якість спермопродукції у кнурів-плідників за дії теплового стресу.

Для досягнення поставленої мети виконувались такі *завдання*: досліджено вплив вітамінної кормової добавки на якість спермопродукції кнурів-плідників в умовах теплового стресу, визначено інтенсивність процесів пероксидації у спермі кнурів-плідників в період підвищених температур.

Матеріали та методи досліджень

Експерименти були проведені в умовах ПрАТ «Племсервіс» Полтавської області та лабораторії фізіології відтворення Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. Для дослідів було відібрано 6 кнурів-плідників великої білої породи, аналогів за віком, живою масою та якістю спермопродукції, з яких сформовано 2 групи тварин по 3 голови в кожній: I (контрольна) та II (дослідна). Годівлю кнурів-плідників проводили згідно кормових норм.

Тривалість експерименту становила 120 діб, у тому числі: підготовчий – 30, основний – 60 (згодовування вітаміну А, вітаміну Е, аскорбінової кислоти) та заключний – 30 діб. В основному періоді дослідів раціон кнурів-плідників контрольної групи залишався без змін, а у дослідній до нього додавали вітамінну добавку, що містила сухі мікрогранульовані форми ретинол ацетату (вітамін А), DL- α -токоферол поліетиленглікольсукцинату (вітамін Е) та аскорбінову кислоту у кристалічній формі (вітамін С). Ці форми вітамінів мають високу біологічну доступність. Рівень цих біологічно активних компонентів у раціоні другої дослідної групи був вищим відповідно на 10 % порівняно з контрольною групою. Якість спермопродукції контролювали за стандартними показниками: маса еякуляту, концентрація, рухливість та переживаємість спермій [25].

Інтенсивність процесів пероксидного окиснення у спермальній плазмі і спермі кнурів-плідників визначали за концентраціями дієнових кон'югатів-спектрофотометрично і ТБК-активних сполук (альдегіди і кетони) – фотоелектроколориметрично [26]. Стан системи антиоксидантного захисту оцінювали за активністю супероксиддисмутази та каталази, вмістом вітаміну А і вітаміну Е, аскорбінової та дегідроаскорбінової кислот [27].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistica для WindowsXP. Після порівняння досліджуваних показників та їхніх міжгрупових різниць результат вважали вірогідним після $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Дані експерименту вказують про те, що під час перебування кнурів-плідників у приміщенні із підвищеною температурою по закінченні основного періоду супроводжується зниженням якості спермопродукції: об'єму еякуляту на 3,8 %, концентрація спермійів – 29,0 % ($p < 0,001$), кількості живих спермійів у еякуляті – 35,5%, загальна кількість спермійів – 25,6 %, рухливості спермійів – 15,5 % ($p < 0,001$) та їх переживаємості на 23,3 % ($p < 0,001$) (табл. 1). Однак, за показниками біологічної повноцінності сперми зазначені зміни вже спостерігались на 45-ту добу дії теплового фактору, що проявлялось у зниженні рухливості та виживаності на 12 % ($p < 0,001$) по закінченні основного періоду.

Протягом періоду досліджень у тварин, що отримували добавку відмічено дещо менше коливання параметрів еякулятів в напрямку зниження об'єм на 10,5 %, загальної кількості – 16,4 % і рухливості спермійів – 10,7 %. Варто зазначити, що за показниками біологічної повноцінності спермійів дія теплового фактора проявлялась вже на 45-ту добу досліджень, що проявлялось у зниженні рухливості та виживаності ($p < 0,001$) цих гамет.

Еякуляти кнурів-плідників після 60-ти добового отримання вітамінної кормової добавки характеризувались вірогідно вищими показниками за об'ємом еякуляту ($p < 0,001$), концентрацією ($p < 0,001$), рухливістю ($p < 0,05$) і виживаністю спермійів ($p < 0,001$).

1. Вплив вітамінів антиоксидантної дії на якість спермопродукції кнурів-плідників у літній період, $M \pm m$, $n=24$

Групи	Періоди експерименту			
	підготовчий	Основний період		заклучний період
		45-та доба	60-та доба	
Об'єм еякуляту, см ³				
1	216,42±9,47	230,07±10,07	208,13±2,15	172,44±1,95 ***
2	222,31±8,86	220,85±2,76	226,52±2,36 □□□	199,13±3,35* □□□
Рухливість спермійів, %				
1	92,10±1,64	88,23±1,26	77,85±1,61 ***	73,08±1,19 ***
2	90,66±1,17	88,12±1,37	82,33±1,34 *** □	80,96±2,01 *** □□
Концентрація спермійів, млн/см ³				
1	247,17±9,5	241,95±8,97	190,45±3,98 ***	177,22±1,78 ***
2	234,49±7,28	240,16±3,36	220,87±3,92 □□□	184,56±2,81 *** □
Загальна кількість спермійів в еякуляті, млрд.				
1	53,40±2,84	55,90±3,28	39,71±10,16	30,61±5,7 ***
2	52,24±2,56	52,94±7,66	48,75±10,72	36,63±4,93 **
Кількість живих спермійів в еякуляті, млрд.				
1	49,65±2,89	49,72±3,77	32,02±2,56 ***	22,54±6,14
2	47,91±2,32 (0,47) □	48,44±10,58	40,41±11,80	29,24±8,97
Терморезистентність, %				
1	78,96±1,87	69,45±1,38 ***	60,54±1,73 ***	58,12±1,15 ***
2	75,17±1,57 □	71,11±1,77	72,94±1,99 □□□	73,24±2,18 □□□

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – порівняно з підготовчим періодом; □ – $p < 0,05$; □□ – $p < 0,01$; □□□ – $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

Перебування кнурів-плідників у приміщеннях із підвищеною температурою вже на 45-ту добу призводило до прискорення процесів пероксидації, що проявлялось в істотному збільшенні вмісту дієнових кон'югатів у плазмі сперми у 1,6 рази ($p < 0,01$) та цільній спермі у 1,2 рази ($p < 0,05$), а концентрація ТБК-активних сполук підвищувалась відповідно у 1,4 і 1,1 рази (табл. 2).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

2. Вплив вітамінів антиоксидантної дії на інтенсивність пероксидного окиснення у спермальній плазмі та спермі кнурів-плідників у літній період, $M \pm m$, $n=24$

Показники	Групи	Досліджувані тканини			
		плазма сперми		сперма	
		періоди експерименту			
		підготовчий	основний (45-та доба)	підготовчий	основний (45-та доба)
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	1	1,38±0,2	2,16±0,17 **	3,27±0,23	3,87±0,11 *
	2	1,76±0,16	2,36±0,33	3,88±0,21	4,12±0,34
ТБК-активні сполуки, мкмоль/л	1	10,22±1,24	14,63±2,07	37,16±4,02	40,55±2,70
	2	9,08±1,24	12,2±2,20	39,6±2,37	33,7±3,24
ТБК-активні сполуки після інкубування, мкмоль/л	1	14,12±1,69	18,30±2,25	42,9±2,41	38,4±1,86
	2	12,3±1,38	15,9±1,53	44,6±2,61	35,4±2,72 *

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ – порівняно з підготовчим періодом; $\square$ – $p < 0,05$; $\square\square$ – $p < 0,01$ – порівняно з першою групою (контролем).

Встановлено, що інкубування зразків спермальної плазми у прооксидантно-антиоксидантному буфері стимулювало процеси пероксидації, що призводило до зростання кількості ТБК-активних сполук на 25,1 %, а спермі навпаки зменшення на 5,6 % засвідчуючи виснаження системи антиоксидантного захисту. Це перш за все проявляється у зниженні вмісту неферментних антиоксидантів у спермальній плазмі та спермі по закінченні 45-ї доби перебування кнурів-плідників в умовах теплового стресу зокрема кількості вітаміну А в 1,7 рази ($p < 0,01$) у першому секреті та 1,4 у другому секреті, а також вітаміну Е у 1,6 рази (сперма).

Використання вітамінної кормової добавки протягом 45 діб у період дії теплового стресу істотно не сповільнювало процеси утворення первинних сполук пероксидації у спермі і спермальній плазмі тварин дослідної групи, що підтверджується меншою кількістю дієнових кон'югатів відповідно на 9,3 % та 6,5 %. Однак кількість вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних сполук у спермі тварин, які споживали вітамінну кормову добавку була нижчою на 16,9 %. При цьому інкубування у прооксидантному буфері зразків плазми сперми і цільної сперми від кнурців дослідної групи встановлено, більшу інтенсивність накопичення цих сполук відносно контрольної групи, що свідчить про тенденцію до підвищення загальної ємності систем антиоксидантного захисту у даних секретах.

Додаткове надходження з кормом вітамінів антиоксидантної дії в організм кнурів-плідників супроводжувалось переважанням концентрації вітаміну А у плазмі сперми в 1,6 рази ($p < 0,01$) та спермі 2,1 рази ($p < 0,001$), а вітаміну Е у спермі в 1,8 рази ($p < 0,01$) відносно контрольної групи (табл. 3). Це свідчить про збільшення антиоксидантного захисту у досліджуваних секретах кнурів-плідників за рахунок споживання додаткової кількості вітамінів.

Згодовування вітамінної добавки призводило до підвищення активності супероксиддисмутази у досліджуваних секретах на 18,6 % ($p < 0,01$) в спермальній плазмі та 21,2 % ($p < 0,05$) спермі відносно тварин контрольної групи. При цьому активність каталази у спермальній плазмі кнурів-плідників дослідної групи була нижчою на 28,9 %, що засвідчує про зниження рівня продукування пероксиду гідрогену під час теплового стресу.

Дія теплового фактору на кнурів-плідників супроводжувалась інтенсивним використанням АК, вміст якої знижувався на 30,8 % у спермальній плазмі, а також у цільній спермі – 30,6%. Встановлена особливість була характерна для кількості ДАК у спермальній плазмі.

Використання вітамінної добавки істотно впливало на вміст та співвідношення аскорбінових кислот. Спостерігалось зменшення концентрації АК у плазмі сперми та цільній спермі кнурів за дії теплового фактору, однак у тварин дослідної групи кількість цієї речовини дещо переважала відносно контрольної групи. При цьому кількість ДАК у спермальній плазмі тварин контрольної групи інтенсивно збільшувалась на 28,9 % ($p < 0,05$), а в спермі зменшувалась на 27,1 % ($p < 0,05$).

3. Система антиоксидантного захисту у спермі кнурів-плідників за впливу вітамінної добавки у літній період, $M \pm m$, $n=24$

Показники	Групи	Досліджувані тканини			
		Плазма сперми		Сперма	
		Періоди експерименту			
		підготовчий	основний (45-та доба)	підготовчий	основний (45-та доба)
Супероксид- дисмутаза, уо/мл	1	0,44±0,026	0,43±0,018	0,30±0,01	0,33±0,022
	2	0,42±0,018	0,51±0,02 ** □	0,34±0,018 □	0,40±0,026 * □
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв·л	1	26,72±1,16	30,93±2,19	18,60±1,12	22,50±2,14
	2	28,12±2,17	24,17±2,21	20,90±1,78	23,80±1,21
АК, ммоль/л	1	39,20±3,79	27,12±2,19**	36,30±3,21	25,20±1,93**
	2	30,30±3,12	29,82±2,32	27,0±2,16 □	18,40±1,63** □□
ДАК, ммоль/л	1	38,70±4,56	33,60±3,33	37,80±4,10	38,10±4,43
	2	29,60±2,24	38,15±2,9 *	36,20±3,11	26,40±2,53* □
Вітамін Е, мкмоль/л	1	—	—	3,85±0,83	2,48±0,41
	2	—	2,35±0,47	3,55±0,55	4,5±0,54 * □□
Вітамін А, мкмоль/л	1	0,85±0,12	0,49±0,08 **	1,15±0,18	0,80±0,10
	2	0,89±0,07	0,77±0,07 □□	1,76±0,21 □	1,65±0,15 □□□

Примітки: * – $p<0,05$; ** – $p<0,01$; *** – $p<0,001$ – порівняно з підготовчим періодом; □ – $p<0,05$; □□ – $p<0,01$; □□□ – $p<0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

Проведені дослідження із встановлення впливу водорозчинних форм вітамінів А, Е і С на відтворювальну здатність кнурів-плідників за результатами осіменіння свиноматок, свідчать, що додаткове споживання цих речовин сприяло підвищенню заплідненості на 12,3 % та багатоплідності на 5,1 %. Це очевидно обумовлено біологічною роллю використовуваних вітамінів, яка полягає стабілізації клітинних мембран сперматозоїдів, оптимізації гормонального фону у плідників.

Отже, отримані експериментальні дані про фізіолого-біохімічні показники якості спермопродукції кнурців свідчать про те, що в період теплового стресу спостерігаються зміни кількісних і якісних характеристик спермальної плазми та цільної сперми: зменшується об'єм еякуляту, концентрація спермів та їх рухливість. Згодовування вітамінної добавки кнурам-плідникам істотно вплинуло на підвищення концентрації вітамінів А і Е в спермі і спермальній плазмі, суттєво знизило інтенсивність перебігу процесів пероксидації при тепловому стресі, оптимізувало повноцінність отриманих еякулятів. Насиченість вітамінами антиоксидантної дії спермальної плазми та цільної сперми забезпечує прояв біологічних ефектів генерованих радикалів кисню на процесах активації та капітації спермів, які супроводжуються різкою інтенсифікацією пероксидного окиснення. Використання даних біологічно активних речовин у годівлі кнурів-плідників сприяє підвищенню у свиноматок заплідненості та багатоплідності.

Висновки

Встановлено, що утримання кнурів-плідників в умовах підвищених температур супроводжується зниженням показників спермопродукції: концентрації спермів – 29,0 % ($p<0,001$), кількості живих спермів у еякуляті – 35,5 %, загальної кількості спермів – 25,6 %, рухливості спермів – 15,5 % ($p<0,001$) та їх переживаємості на 23,3 % ($p<0,001$). Це супроводжується зміною біохімічних показників у спермі і спермальній плазмі за дії теплового фактору вже на 45-ту добу: збільшення вмісту дієвих кон'югатів у плазмі сперми у 1,6 рази ($p<0,01$) та цільній спермі у 1,2 рази ($p<0,05$), а також зменшенні кількості вітаміну А в 1,7 рази ($p<0,01$) у першому секреті та 1,4 у другому секреті, а також вітаміну Е у 1,6 рази (цільній спермі). Додаткове введення вітамінів А, Е та С до складу раціону кнурам-плідникам підвищує якість спермопродукції: об'єм еякуляту ($p<0,001$), концентрацію ($p<0,001$), рухливість ($p<0,05$) і виживаність спермів ($p<0,001$), що сприяє покращенню запліднювальної здатності спермів. Такі зміни відбуваються на тлі переважання концентрації вітаміну А у плазмі сперми ($p<0,01$) і спермі ($p<0,001$), вітаміну Е у спермі ($p<0,01$), а також підвищення активності супероксиддисмутази в спермальній плазмі ($p<0,01$) і цільній спермі ($p<0,05$) відносно інтактних тварин.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження полягають у вивченні впливу різних температурних умов утримання на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свиноматок, із розробленням методів підвищення їх репродуктивної здатності.

References

1. Paterson, A., Barker, I., & Lindsay, D. (1978). Summer infertility in pigs: its incidence and characteristics in an Australian commercial piggery. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 18 (94), 698. doi: 10.1071/ea9780698
2. Boma, M. H., & Bilkei, G. (2006). Seasonal infertility in Kenyan pig breeding units: research communication. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 73 (3), 229–232. doi: 10.4102/ojvr.v73i3.149
3. Auvigne, V., Leneuve, P., Jehannin, C., Peltoniemi, O., & Sallé, E. (2010). Seasonal infertility in sows: A five year field study to analyze the relative roles of heat stress and photoperiod. *Theriogenology*, 74 (1), 60–66. doi: 10.1016/j.theriogenology.2009.12.019
4. Amavizca-Nazar, A., Montalvo-Corral, M., González-Rios, H., & Pinelli-Saavedra, A. (2019). Hot environment on reproductive performance, immunoglobulins, vitamin E, and vitamin A status in sows and their progeny under commercial usbandry. *Journal of Animal Science and Technology*, 61 (6), 340–351. doi: 10.5187/jast.2019.61.6.340
5. Hughes, P., & van Wettere, W. (2009). Seasonal infertility in pigs. *Pork Cooperative Research Centre*. Retrieved from: <http://www.porkcrc.com.au/101217>
6. Love, R. (1978). Definition of a seasonal infertility problem in pigs. *Veterinary Record*, 103 (20), 443–446. doi: 10.1136/vr.103.20.443
7. Quesnel, H., Boulot, S., & Le Cozler, Y. (2005). Les variations saisonnières des performances de reproduction chez la truie. *INRAE Productions Animales*, 18 (2), 101–110. doi: 10.20870/productions-animales.2005.18.2.3513
8. Peña, S. T., Gummow, B., Parker, A. J., & Paris, D. B. B. P. (2019). Antioxidant supplementation mitigates DNA damage in boar (*Sus scrofa domestica*) spermatozoa induced by tropical summer. *Plos One*, 14 (4), e0216143. doi: 10.1371/journal.pone.0216143
9. Chung, T. K. (2020). Vitamins and pig reproduction. *International Pig Topics*, 21 (7), 78.
10. Lipiński, K., Antoszkiewicz, Z., Mazur-Kuśnirek, M., Korniewicz, D., & Kotlarczyk, S. (2019). The effect of polyphenols on the performance and antioxidant status of sows and piglets. *Italian Journal of Animal Science*, 18 (1), 174–181. doi: 10.1080/1828051x.2018.1503043
11. Stoianovskyi, V. G., Usenko, S. O., Shostya, A. M., Sokolenko, V. M., Yudina, K. Y., & Birta, G. O. (2020). Prooxidant-antioxidant homeostasis in boars depending on the types of higher nervous activity. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 22 (93), 3–9. doi: 10.32718/nvlvet-a9301
12. Atiba, A. S., Niran-Atiba, T. A., Akindele, R. A., Jimoh, A. K., Opa-rinde, D. P., Dudyemi, B. M., & Ghazali, M. S. (2013). Effect of Weight Gained In Pregnancy on Lipid Peroxidation Product. *Journal of Asian Scientific Research*, 3 (2), 122–127.
13. Usenko, S. O., Shostia, A. M., Polischuk, A. A., Slynko, V. H., Bondarenko, O. M., Myronenko, O. I., & Bilash, S. M. (2019). Peculiarities of pro-oxidant and antioxidant homeostasis in pigs during reproductive cycle. *World of Medicine and Biology*, 15 (68), 234. doi: 10.26724/2079-8334-2019-2-68-234-237
14. Wettemann, R. P., & Bazer, F. W. (1985). Influence of environmental temperature on prolificacy of pigs. *Journal of Reproduction and Fertility*, 33, 199–208
15. Love, R. (1981). Seasonal infertility in pigs. *Veterinary Record*, 109 (18), 407–409. doi: 10.1136/vr.109.18.407
16. Peña, Jr, S. T., Gummow, B., Parker, A. J., & Paris, D. B. B. P. (2017). Revisiting summer infertility in the pig: could heat stress-induced sperm DNA damage negatively affect early embryo development? *Animal Production Science*, 57 (10), 1975. doi: 10.1071/an16079
17. Chen, J., Han, J. H., Guan, W. T., Chen, F., Wang, C. X., Zhang, Y. Z., Lv, L. T., & Lin, G. (2016). Selenium and vitamin E in sow diets: I. Effect on antioxidant status and reproductive performance in multiparous sows. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 111–123. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.08.022

18. Lu, J., Wang, Z., Cao, J., Chen, Y., & Dong, Y. (2018). A novel and compact review on the role of oxidative stress in female reproduction. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 16 (1). doi: 10.1186/s12958-018-0391-5
19. Jeong, J. H., Hong, J. S., Han, T. H., Fang, L. H., Chung, W. L., & Kim, Y. Y. (2019). Effects of dietary vitamin levels on physiological responses, blood profiles, and reproductive performance in gestating sows. *Journal of Animal Science and Technology*, 61 (5), 294–303. doi: 10.5187/jast.2019.61.5.294
20. Kovalenko, V. F. (2012). *Fiziologicheskie aspekty metabolizma v sisteme mat-placenta-plod svini: Monografiya*. Poltava [In Russian].
21. Romanenko, V. N., & Bojko, Yu. A. (2015). Gormono-korigiruyushie svojstva sinteticheskogo timogena pri stimulyacii vosproizvoditelnoj funktsii u svinomatok. *Vestnik Krasnodarskogo NAU*, 4, 144–149 [In Russian].
22. Mitarev, D. N. (2009). Rannaya diagnostika beremennost is viney metodom immuno-fermentnogo analiza (IFA). *Candidate's thesis*. Krasnodar [In Russian].
23. Ahmad, E., Brooks, J. E., Hussain, I., & Khan, M. H. (1995). Reproduction in Eurasian wild boar in central Punjab, Pakistan. *Acta Theriologica*, 40, 163–173. doi: 10.4098/at.arch.95-17
24. Rosell, C., Navàs, F., & Romero, S. (2012). Reproduction of wild boar in a cropland and coastal wetland area: implications for management. *Animal Biodiversity and Conservation*, 35 (2), 209–217. doi: 10.32800/abc.2012.35.0209
25. Melnyk, Yu. F. (2003). *Instruktsiia zi shtuchnogo osimeninnia svynei*. Kyiv: Agrarna nauka [In Ukrainian].
26. Stoianovskyi, V. H., Usenko, S. O., Shostia, A. M., Kuzmenko, L. M., Slynko, V. H., & Tenditnyk, V. S. (2020). Hormonal regulation of prooxidant-antioxidant homeostasis in gilts. *Ukrainian Journal of veterinary and Agricultural Sciences*, 3, 39–43. doi: 10.32718/ujvas3-3.08
27. Shabunin, S. V. (2010). *Metodicheskie polozeniya po izucheniyu processov svobodnoradikalnogo okisleniya v sisteme antioksidantnoj zashity organizma*. Voronezh: GNU Vserossiyskij nauchno-issledovatel'skij veterinarnyj institut patologii, farmakologii i terapii Rossel'hozaka-demii [In Russian].

Стаття надійшла до редакції: 27.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шостя А. М., Сарнавська І. В. Вплив вітамінної кормової добавки на якість спермопродукції у кнурів-плідників. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 134–141.

© Шостя Анатолій Михайлович, Сарнавська Ірина Вікторівна, 2022



original article | UDC 636.52/.58.09:616.984.49-08-084:631.115.1 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.18

MEASURES OF ELIMINATION OF SALMONELLOSIS OF BROILERS IN A PRIVATE HOUSEHOLD

O. O. Peredera*

ORCID  [0000-0002-8613-6827](https://orcid.org/0000-0002-8613-6827)

R. V. Peredera

ORCID  [0000-0002-9906-1211](https://orcid.org/0000-0002-9906-1211)

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

*Corresponding author

E-mail: lenavet26@ukr.net

How to Cite

Peredera, O. O., & Peredera, R. V. (2022). Measures of elimination of salmonellosis of broilers in a private household. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 142–149. doi: 10.31210/visnyk2022.01.18

Salmonellosis is an extremely common disease in many animals and birds. This disease is especially dangerous for young birds because it affects both productive poultry – chickens, turkeys, ducks, pheasants, guinea fowl, quails, and synanthropic - sparrows, pigeons, starlings and more. The disease causes great damage to poultry farms of various forms of ownership and capacities, which is associated with losses due to product shortages and high mortality among sick young animals. Therefore, the development of various treatment regimens for poultry, including young broilers, is currently relevant, including the use of publicly available drugs. The aim of the work was to develop an effective treatment regimen for salmonellosis in broilers in private farms. In order to determine the effectiveness of various treatment regimens in the conditions of suspected salmonellosis on a private farm where broilers were bred, a comprehensive diagnosis was made with confirmation of the diagnosis of salmonellosis by bacteriological examination of pathological material and susceptibility to antibacterial agents. Subsequently, two treatment regimens were tested on two groups of sick young broilers, 20 heads each. In the first group, the drug Questigin (manufacturer KRKA, Slovenia) was used for therapeutic purposes, which was diluted with water and fed to sick birds. The second used a suspension of Amoxicillin (manufactured by Pharmaton, Ukraine), which was administered by intramuscular injection. Both experimental groups of birds used the probiotic supplement Bioferm (Bioferm, Ukraine) to support the digestive tract and strengthen the body's overall resistance. The most effective regimen was found to be the use of Amoxicillin as a suspension for injection, which was injected into the pectoral muscle for three consecutive days at a dose of 15 mg per 1 kg of body weight in combination with the probiotic Bioferm. In particular, improvement of the clinical condition of sick young animals was registered from 4–7 hours after drug administration. Instead, when using the Questigin treatment regimen in combination with the Bioferm probiotic, the general condition improved 6–18 hours later. The positive effect of treatment in the second experimental group was also confirmed by the number of birds that recovered, in total it was 18 heads and was 20 % higher than the bird in the first experimental group. Disinfection of the environment, premises where the bird was kept, was carried out with 1.5 % solution of Brovadez-plus (manufacturer Brovapharma, Ukraine) by fine spraying and surface treatment with a sponge soaked in the working solution.

Key words: salmonellosis, broilers, treatment, amoxicillin, Brovadez-plus.

ЗАХОДИ ЛІКВІДАЦІЇ САЛЬМОНЕЛЬОЗУ БРОЙЛЕРІВ У ПРИВАТНОМУ ДОМОГОСПОДАРСТВІ

О. О. Передера, Р. В. Передера

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Сальмонельоз – надзвичайно поширене захворювання великої кількості тварин а також птахів. Для молодняку птиці ця хвороба особливо небезпечна оскільки уражає як домашню продуктивну птицю – курей, індиків, качок, фазанів, цесарок, перепелів, так й синантропну – горобців, голубів, шпаків тощо. Хвороба наносить птахівничим господарствам різної форми власності та потужностей великої шкоди, що пов'язані зі збитками внаслідок недоотримання продукції та високої летальності серед хворого молодняку. Тому, наразі важливим є розробка різноманітних схем лікування птиці, у тому числі й молодняку бройлерів, що включає використання загальнодоступних препаратів. Мета роботи полягала у розробці ефективної схеми лікування сальмонельозу бройлерів в умовах приватних господарств. З метою проведення визначення ефективності різних схем лікування в умовах підозрюваного щодо сальмонельозу приватного господарстві, де розводили бройлерів здійснено комплексну діагностику з підтвердженням діагнозу на сальмонельоз бактеріологічним дослідженням патологічного матеріалу та визначена чутливість збудника до антибактерійних засобів. В подальшому апробовано дві схеми лікування на двох групах хворого молодняку бройлерів по 20 голів у кожній. У першій групі з лікувальною метою використовували препарат Квестігін (виробник КРКА, Словенія) який розводили з водою та випоювали хворій птиці. У другій використовували суспензію Амоксицилін (виробник Фарматон, Україна), яку вводили шляхом внутрішньом'язової ін'єкції. Обом дослідним групам птиці для підтримки роботи травного тракту та зміцнення загальної резистентності організму застосовували про біотичну добавку Біоферм (Біоферм, Україна). Дезінфекцію об'єктів довкілля здійснювали 1,5 % розчином препарату Бровадез-плюс (виробник Бровафарма, Україна). Встановлено, що найбільш ефективною виявилася схема, що включала застосування препарату Амоксицилін у вигляді суспензії для ін'єкцій, який вводили в грудний м'яз три дні поспіль у дозі 15 мг на 1 кг маси тіла в поєднанні з пробіотиком Біоферм. Зокрема, вже з 4–7 години після введення препарату зареєстровано покращення клінічного стану хворого молодняку. Натомість при використанні схеми лікування з препаратом Квестігін в поєднанні з пробіотиком Біоферм покращення загального стану наставало на 6–18 годин пізніше. Позитивний ефект лікування у другій дослідній групі також підтверджувався й кількістю птиці що одужала, загалом вона становила 18 голів й була вищою на 20 % порівняно з птицею у першій дослідній групі. Окрім з метою знищення збудника сальмонельозу запропоновано використовувати дезінфікуючий засіб широкого спектру дії Бровадез-плюс шляхом дрібнодисперсного розпилювання в приміщенні та надовкіллі, де утримувалася птиця, шляхом дрібнодисперсного розпилювання та обробкою за допомогою змоченої у робочому розчині губки.

Ключові слова: сальмонельоз, бройлери, лікування, амоксицилін, Бровадез-плюс.

Вступ

У сучасному світі значна увага приділяється отриманню екологічно чистої продукції. Тому людство намагається відповідальніше відноситися до застосування антибактерійних речовин. Група патогенних бактерій із родини ентеробактер у птиці виявляється досить часто. Тому необхідно здійснювати пошук нових ефективних шляхів профілактики інфекційних захворювань, що викликаються мікроорганізмами даної групи [15, 18, 25]. У пошуку засобів для ефективного захисту від сальмонельозу, інших захворювань, підвищення рентабельності галузі птахівництва, широкого використання набувають пробіотики – препарати на основі живих мікробних культур [6, 7, 10].

У ветеринарній практиці для профілактики сальмонельозу домашньої і зоопаркової птиці набули пробіотики, синтезовані на основі бацил. Для синтезу пробіотиків на сьогоднішній день використовують різні мікроорганізми: *Bifidobacterium adolescentis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis*, *B. breve*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. infantis*, *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *Escherichia coli*, *L. casei*, *Lac. lacti*, *Lactococcus*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *L. felventicus*, *L. fermentum*, *Lac. cremoris*, *L. plantarum* [20, 29]. Низка науковців акцентує увагу на позитивний вплив для курчат мікрофлори дорослих курей. Мікроорганізми підбирають за спеціальними правилами, тому вони підсилюють ефективність один одного [1, 12, 28]. Ніколаєнко В. М. (2006) та інші вчені, результатами

власних досліджень підтверджує ефективність таких біопрепаратів для профілактики і лікування інфекційних захворювань, спровокованих сальмонелами, ешеріхіями, стафілококами та синьо гнійною паличкою [21, 26, 27].

Мета роботи полягала у розробці ефективної схеми лікування сальмонельозу бройлерів в умовах приватних господарств.

Матеріали і методи досліджень

Робота виконувалася в 2018–2020 роках у приватному господарстві Полтавського району в якому утримувалися кури бройлерного типу віком 1,5 місяці. Лабораторні дослідження здійснювали на базі лабораторії епізоотології кафедри інфекційної патології, гігієни, санітарії та біобезпеки Полтавського державного аграрного університету.

Роботу здійснювали у декілька етапів.

На першому етапі здійснювали комплексну діагностику інфекційного захворювання бройлерів. З цією метою враховували: анамнестичні дані, епізоотичний стан господарства, передумови виникнення хвороби у бройлерів. Особливу увагу приділяли клінічним проявам хвороби та посмертним змінам [16]. Далі проводили бактеріологічне дослідження патологічного матеріалу (кров із серця, шматочки паренхіматозних органів) [30] та кормів (комбікорми та м'ясо-кісткове борошно). Посіви здійснювали на м'ясо-пептонний агар, середовище Ендо, агар Плоскирева, середовище Левіна, та вісмут-сульфітний агар. Зразки кормів з метою виключення патогенних грибків культивували на агарі Сабуро.

На другому етапі встановлювали чутливість виділеної культури сальмонел до окремих антибактеріальних речовин за допомогою диско-дифузійного методу згідно загальноприйнятої методики [31]. Найвища чутливість мікроорганізмів була зареєстрована до амоксициліну.

На третьому етапі здійснювали заходи що направлені на лікування хворої на сальмонельоз птиці. Оскільки у результаті досліджень збудник сальмонельозу продемонстрував високу чутливість до амоксициліну (зона затримки росту складала 19–28 мм.), даний антибактерійний засіб був застосований з лікувальною метою.

Усю птицю неблагополучного пташника що мала яскраві клінічні ознаки хвороби було поділено на дві групи.

Першій дослідній групі бройлерів (20 голів) з лікувальною метою використовували препарат Квестігін у вигляді дрібнодисперсного порошку (виробник КРКА, Словенія). 1 г препарату містить діючу речовину: амоксицилін (як амоксициліну тригідрат Eur. Ph.) – 800 мг. Допоміжні речовини: натрію карбонат моногідрат, натрію цитрат, кремній колоїдний безводний. Амоксицилін тригідрат добре всмоктується в шлунково-кишковому тракті і швидко розподіляється в організмі. Максимальна концентрація діючої речовини в сироватці крові досягається через 1,5–2 год. і утримується на терапевтичному рівні не менше 12 год. після застосування. Хворій птиці препарат застосовували з водою для напування в дозі 25 г на 100 л води (10–20 мг амоксициліну на 1 кг маси). Тривалість лікування складала сім діб. Лікувальний розчин готували щодня, випоювали свіжим.

Другій дослідній групі бройлерів (20 голів) з лікувальною метою застосовували препарат Амоксицилін суспензію для ін'єкцій (виробник Фарматон, м. Рівне, Україна). 1 мл препарату містить діючу речовину: амоксициліну тригідрат (в перерахунку на основу) – 150 мг. Допоміжні речовини: полівінілпіролідон, бензиловий спирт, вода для ін'єкцій. Препарат застосовували у дозі 15 мг на 1 кг маси, що відповідало внутрішньом'язовому введенню 0,3 мл у першу добу, та 0,2 мл в подальшому. Суспензію вводили в грудний м'яз три дні поспіль.

Для підвищення стійкості до токсинів та патогенів, до корму обох дослідних груп тварин до корму додавали пробіотик Біоферм (Біоферм, Україна) у розрахунку 0,1 кг на 100 кг корму. Це відповідало 0,1 % від загальної добової кількості корму.

Для дезінфекції пташника застосовували препарат «Бровадез-плюс» (Виробництва «Бровафарма, Україна). Готували робочі розчини 1,5 % концентрації (150 мл на 10 л води). Дезінфекцію здійснювали шляхом дрібнодисперсного розпилювання у розрахунку – 0,3 мл робочого розчину на 1 м³. Також, усі поверхні були оброблені вологою губкою, просоченою робочим розчином дезінфектанту.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами мікологічного дослідження кормів було встановлено їх ураження грибами із роду *Aspergillus*. Загальновідомо, що мікотоксини здатні негативно впливати на роботу шлунково-

кишкового тракту та сприяти розвитку і прояву інфекційних хвороб. А, після виділення чистої культури сальмонел із внутрішніх органів загиблої птиці та з комбікорму, партію досліджуваних кормів, що містили уражене сальмонелами та мікотоксинами м'ясо-кісткове борошно було рекомендовано вилучити із раціону. Також, рекомендовано здійснювати періодичну оцінку якості усіх кормів, що згодуються бройлерам.

Загальновідомо, що одним із важливих моментів, що стосується лікування інфекційних хвороб є визначення чутливості виділеної мікрофлори до лікарських засобів. Безконтрольне застосування антибактерійних засобів для лікування низки хвороб та ускладнень призводить до множинної стійкості штамів бактерій. Так, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), на сьогоднішній день понад 60 % збудників набули стійкості до основних груп антибіотиків. На думку вчених Вовк, 2017, Рубленко, 2018, більшість патогенних мікроорганізмів, у тому числі, і сальмонели, через 10–20 років набудуть високої резистентності до антимікробних засобів. Захисні механізми сальмонели спрямовані на уникнення дії високої осмолярності та низьких значень рН з метою адсорбції подальшої проліферації в інфікованому організмі [24, 27]. Тому, з метою запобігання появи антибіотикорезистентності у патогенних мікроорганізмів важливо проводити визначення їх чутливості до препаратів, що в свою чергу виключає безконтрольне та хаотичне використання тих чи інших засобів.

Оскільки у даному господарстві чиста культура виділеного збудника показала найвищу чутливість до амоксициліну (зона затримки росту складала 19–28 мм.), саме засоби на його основі було використано для лікування бройлерів у різних препаративних формах. Хвора птиця складала значний відсоток поголів'я (38 %), тому амоксицилін було застосовано не лише для лікування хворої птиці, а й для проведення санації організму від збудника птиці, що не мала типових клінічних ознак. Для санації препарати також застосовували у лікувальних дозах.

Варто зазначити, що використання препаратів на основі амоксициліну з лікувальною метою мало позитивні наслідки. Зокрема, покращення клінічного стану хворої птиці було відмічено на другу-третю добу після початку лікування. В той же час курчата у важкому стані (сильне пригнічення) загинули.

За використання у першій дослідній групі птиці з лікувальною метою порошкоподібної форми препарату Квестігін, у вигляді розчину для випоювання, покращення клінічного стану птиці спостерігали через 10–24 години після початку лікування. Зокрема кількість птиці, що одужала склала 14 голів (70 %), поряд з тим летальний наслідок хвороби спостерігали у 6 голів бройлерів, що склало 30 %.

Слід зазначити, що досить швидший лікувальний ефект спостерігали в другій дослідній групі бройлерів де в якості терапевтичного засобу застосовували препарат Амоксицилін у вигляді суспензії для ін'єкцій (друга дослідна група бройлерів). Так, вже через 4–7 годин після першої ін'єкції стан птиці значно покращився, вона була жвавою, активно рухалася охоче споживала корми та воду. Таким чином у другій дослідній групі одужало 18 голів птиці, що склало 90 %, водночас дві голови (10 %) з тяжкими клінічними ознаками загинуло.

При порівнянні різних схем лікування сальмонельозу у бройлерів можна стверджувати, що схема із застосуванням ін'єкційної форми амоксициліну виявилася кращою, як за терміном настання покращення стану птиці так й за кількістю молодняку, що одужав. Зокрема кількість молодняку бройлерів що отримувала лікування й одужала у 2-й дослідній групі була на 20 % більшою, порівняно з показником у 1-й дослідній групою птиці.

Тому можна зробити висновок, що за гострого та надгострого перебігу сальмонельозу у молодняку бройлерів більш ефективним лікувальним засобом ін'єкційна форма препарату на основі амоксициліну. На нашу думку, це пов'язано з септичним процесом, що відбувається в організмі птиці за первинного занесення збудника у господарстві. Септичний процес легше зупинити застосуванням ін'єкційної форми амоксициліну.

У той час при застосуванні порошку перорально, шляхом випоювання, потрібен довший час для адсорбції його в шлунково-кишковому тракті. Тому така форма має дещо нижчу ефективність за септичних процесів у птиці.

Окрім патогенетичної терапії у вигляді препаратів на основі амоксициліну, нами, ще запропоновано здійснювати підвищення стійкості організму молодняку птиці до токсинів та патогенів шляхом внесення до основного раціону пробіотичної добавки Біоферм який додавали до корму. Позитивний ефект засобу пов'язаний з дією основних компонентів та мікроорганізмів таких як *Bacillus subtili*, *Bacillus natto*, *Plant lactobacillus*, *Bacillus licheniformis*, *Candida utilis*, що входять до

його складу. Використані в препараті корисні бактерії ефективно регулюють заселення травного каналу корисними бактеріями і, тим самим покращують біологічне мікросередовище в кишковому тракті, що зміцнює імунітет птиці.

Як зазначають науковці, пробіотики, синтезовані на основі живих культур, стимулюють синтетичні процеси у шлунково-кишковому тракті. Із даної групи найчастіше застосовують пробіотики, створені мікроорганізмами *Bifidobacterium* і *Lactobacillus*. Ці види є природною складовою мікробіоценозів слизової оболонки шлунково-кишкової системи птиці. Важливу роль у системі захисту проти сальмонельозу відіграє *Bacillus subtilis* [4, 11, 19].

Вперше підхід про біотичного та конкурентного виключення патогенних мікроорганізмів були здійснені Nurmi та Rantala, 1973, які намагалися контролювати спалах, викликаний *S. infantis* у стаді бройлерів в Фінляндії. Дослідники помітили, що курчата на першому тижні життя є найбільш вразливими до сальмонельозу, а застосування антагоністів з родини *Lactobacillus* не захищало курчат від захворювання. Пізніше ця процедура була названа як концепція конкурентного захисту, або метод Рентала [22].

Механізм їхньої дії полягає у швидкому заселенні субстрату шлунково-кишкового тракту, синтезі біологічно-активних речовин (амінокислот, ферментів). Це призводить до підвищення перетравності і засвоєння поживних речовин. За даними авторів Alizadeh та Munyaka, 2017; Bai та Wu, 2013; Forte та Acuti, 2016; застосування пробіотиків стимулює реакції неспецифічного імунітету [2, 5, 9].

Також, деякі мікроорганізми синтезують жирні коротколанцюгові кислоти, що призводить до зниження рівня рН [13, 14]. Окремі автори відмічають позитивний вплив пробіотиків на організм імунної системи. Зокрема ряд науковців відмічали позитивну динаміку у розвитку імунних структур шлунково-кишкового тракту, збільшення маси селезінки. У самому органі збільшувалася кількість лімфатичних вузликів та плазматичних клітин на 15–30 добу після початку згодовування пробіотика [3, 5]. Активізацію імунних процесів підтверджують своїми дослідженнями і ряд інших авторів [8].

Пробіотики характеризуються потужними антистресовими властивостями, забезпечують поліпшення обмінних процесів в організмі птиці, стимулюють ріст [2, 16, 17].

Оскільки сальмонельоз – інфекційне захворювання, крім лікування хворої птиці необхідно було провести дезінфекцію у приміщенні. Оскільки збудник передається у значній кількості повітряно-крапельним шляхом, за мету ставили проведення санації в усьому об'ємі приміщення.

Для дезінфекції пташника застосовували препарат вітчизняного виробництва – Бровадез-плюс. Для проведення дезінфекції використовували 1,5 % робочий розчин, а сам процес обробки приміщення, інвентарю й обладнання здійснювали шляхом дрібнодисперсного розпилювання, а поверхні були оброблені вологою губкою, просоченою розчином препарату.

На час дезінфекції приміщення звільняли від курчат, забезпечували герметичність приміщення. Експозиція – одна година. Після цього двері відчинили, приміщення провітрювали.

Використання саме зазначеного препарату пов'язане з його широким спектром дії. Зокрема засіб володіє бактерицидними та спороцидними властивостями до більшості грампозитивних і грамнегативних бактерій – *Brucella* spp., *Clostridium* spp., *Klebsiella* spp., *Listeria* spp., *Proteus* spp., *Pseudomonas* spp., *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *C. jejuni*, *C. fetus*, *E. coli*, *Lactobacillus* spp., *Mycobacterium tuberculosis*, *Yersinia enterocolitica* тощо, віруцидно на РНК-вмісні віруси – *Avibirnavirus*, *Paramixovirus*, *Orthomixovirus* та ДНК-вмісні віруси – *Parvovirus*, *Dependovirus*, *Aviadenovirus*, *Avipoxvirus*, *Circovirus*, антипротозойно на еймерії – *E. tenella*, *E. maxima*, *E. acervulina*, *E. necatrix*, *E. mitis* та овоцидно щодо яєць гельмінтів родів *Trichuris* й *Capillaria*, видів *Aonchotheca bovis*, *Ascaris suum*, що доведено низкою українських вчених [32–38].

Висновки

Встановлено, що найвищий лікувальний ефект за сальмонельозу бройлерів має схема лікування з використанням препарату Амоксицилін у вигляді суспензії для ін'єкцій, який вводили в грудний м'яз три дні поспіль у дозі 15 мг на 1 кг маси тіла в поєднанні з пробіотиком Біоферм. Ефективність схеми підтверджувалася покращенням загального стану молодяку бройлерів, який фіксували через 4–7 годин після першої ін'єкції. Кількість птиці що одужала становила 18 голів й була вищою на 20 % порівняно з птицею у першій дослідній групі якій використовували препарат Квестігін, у вигляді розчину для випоювання. Високий відсоток птиці, що одужала, пов'язаний із застосуванням антибактерійних засобів з урахуванням чутливості до них збудника. Рекомендовано, для підтримки роботи травного тракту та зміцнення загальної резистентності організму застосовували пробіотик

Біоферм, а для дезінфекції пташнику та надовкілля використовувати препарат Бровадез-плюс, у вигляді 1,5 % розчину.

References

1. Ahmed, S. T., Islam, M. M., Mun, H.-S., Sim, H.-J., Kim, Y.-J., & Yang, C. J. (2014). Effects of *Bacillus amyloliquefaciens* as a probiotic strain on growth performance, cecal microflora, and fecal noxious gas emissions of broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 93, 1963–1971. doi: 10.3382/ps.2013-03718
2. Alizadeh, M., Munyaka, P., Yitbarek, A., Echeverry, H., & Rodriguez-Lecompte, J. C. (2017). Maternal antibody decay and antibody-mediated immune responses in chicken pullets fed prebiotics and synbiotics. *Poultry Science Journal*, 96, 58–64. doi: 10.3382/ps/pew244
3. Awad, W. A., Ghareeb, K., & Böhm, J. (2010). Effect of addition of a probiotic micro-organism to broiler diet on intestinal mucosal architecture and electrophysiological parameters: Addition of probiotic micro-organism to broiler diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94, 486–494. doi: 10.1111/j.1439-0396.2009.00933.x
4. Bai, K., Huang, Q., Zhang, J., He, J., Zhang, L., & Wang, T. (2017). Supplemental effects of probiotic *Bacillus subtilis* fmbJ on growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 6, 74–82. doi: 10.3382/ps/pew246
5. Bai, S. P., Wu, A. M., Ding, X. M., Lei, Y., Bai, J., Zhang, K. Y., & Chio, J. S. (2013). Effects of probiotic-supplemented diets on growth performance and intestinal immune characteristics of broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 92, 663–670. doi: 10.3382/ps.2012-02813
6. Cervantes, H. (2015). Antibiotic-free poultry production: Is it sustainable? *Journal Applied Poultry Research*, 24, 91–97. doi: 10.3382/japr/pfv006
7. Cheng, Y., Chen, Y., Li, X., Yang, W., Wen, C., Kang, Y., & Wang, A., Zhou, Y. (2017). Effects of synbiotic supplementation on growth performance, carcass characteristics, meat quality and muscular antioxidant capacity and mineral contents in broilers: Effects of synbiotic supplementation. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 97, 3699–3705. doi: 10.1002/jsfa.8230
8. Fathi, M. M., Ebeid, T. A., Al-Homidan, I., Soliman, N. K., & Abou-Emera, O. K. (2017). Influence of probiotic supplementation on immune response in broilers raised under hot climate. *British Poultry Science*, 58, 512–516. doi: 10.1080/00071668.2017.1332405
9. Forte, C., Acuti, G., Manuali, E., Casagrande, P. P., Pavone, S., Trabalza-Marinucci, M., Moscati, L., Onofri, A., Lorenzetti, C., & Franciosini, M. P. (2016). Effects of two different probiotics on microflora, morphology, and morphometry of gut in organic laying hens. *Poultry Science Journal*, 95, 2528–2535. doi: 10.3382/ps/pew164
10. Gadde, U. D., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review. *Animal Health Research Reviews*, 18, 26–45. doi: 10.1017/S1466252316000207
11. Gadde, U. D., Oh, S., Lee, Y., Davis, E., Zimmerman, N., Rehberger, T., & Lillehoj, H. S. (2017). Dietary *Bacillus subtilis*-based direct-fed microbials alleviate LPS-induced intestinal immunological stress and improve intestinal barrier gene expression in commercial broiler chickens. *Research in Veterinary Science*, 114, 236–243. doi: 10.1016/j.rvsc.2017.05.004
12. Hernandez-Patlan, D., Solis-Cruz, B., Pontin, K. P., Hernandez-Velasco, X., Merino-Guzman, R., Adhikari, B., López-Arellano, R., Kwon, Y. M., Hargis, B. M., & Arreguin-Nava, M. A. (2019). Impact of a bacillus direct-fed microbial on growth performance, intestinal barrier integrity, necrotic enteritis lesions, and ileal microbiota in broiler chickens using a laboratory challenge model. *Frontiers in Veterinary Science*, 6, 108. doi: 10.3389/fvets.2019.00108.
13. Kazemi, S. A., Ahmadi, H., & Karimi Torshizi, M. A. (2019). Evaluating two multistrain probiotics on growth performance, intestinal morphology, lipid oxidation and ileal microflora in chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103, 1399–1407. doi: 10.1111/jpn.13124
14. Kenney, L. J. (2019). The role of acid stress in *Salmonella* pathogenesis. *Current Opinion in Microbiology*, 47, 45–51.
15. Kontrol salmoneli. (2018). *Nashe Ptakhivnitstvo*. Retrived from: <https://agrotimes.ua/article/kontrolsalmoneli/> [In Ukrainian].
16. Kornienko, L. E., Nalivaiko, L. I., & Nedosekov, V. V. (2012). *Infektsiini khvorobi ptitsi*. Kherson: Grin D. S. [In Ukrainian].
17. Lokhov, V., & Monl, M. (2012). Uspeshnoe ptitsevodstvo: rol probiotikov. *Suchasne Ptakhivnitstvo*, 1, 22–23. [In Ukrainian].

18. Lee, K.-W., Lillehoj, H.S. (2017). An update on direct-fed microbials in broiler chickens in post-antibiotic era. *Animal Production Science*, 57, 1575. doi: 10.1071/AN15666
19. Manafi, M., Khalaji, S., Hedayati, M., & Pirany, N. (2017). Efficacy of *Bacillus subtilis* and bacitracin methylene disalicylate on growth performance, digestibility, blood metabolites, immunity, and intestinal microbiota after intramuscular inoculation with *Escherichia coli* in broilers. *Poultry Science Journal*, 96, 1174–1183. doi: 10.3382/ps/pew347
20. Mikulski, D., Jankowski, J., Mikulska, M., Demey, V. (2020). Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on productive performance, egg quality, and body composition in laying hens fed diets varying in energy density. *Poultry Science Journal*, 99, 2275–2285. doi: 10.1016/j.psj.2019.11.046
21. Nikolaenko, V. M. (2006). The effectiveness of probiotics "Monosporin PC" and "Lactin-K" in experimental salmonellosis, colibacillosis and mycoplasmosis in broiler chickens. *Veterinary medicine. Interdepartmental thematic scientific collection*, 86, 258–263.
22. Nurmi, E., & Rantala, M. (1973). New aspects of *Salmonella* infection in broiler production. *Nature*, 241, 210–211.
23. Roth, N., Käsbohrer, A., Mayrhofer, S., Zitz, U., Hofacre, C., & Domig, K. J. (2019). The application of antibiotics in broiler production and the resulting antibiotic resistance in *Escherichia coli*: A global overview. *Poultry Science Journal*, 98, 1791–1804. doi: 10.3382/ps/pey539
24. Rublenko, N. (2018). Molecular genetics of salmonella survival and resistance. *Naukovij Visnik Veterinarnoi Medicini*, 2 (144), 6–12. doi: 10.33245/2310-4902-2018-144-2-6-12
25. Srikanth, C. V. (2011). *Salmonella* effector proteins and host-cell responses. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 68 (22), 3687.
26. Tellez G., Pixley C., Wolfenden R. E., Layton S. L., & Hargis B. M. (2012). Probiotics direct fed microbials for *Salmonella* control in poultry. *Food Research International*, 45, 628–633. doi: 10.1016/j.foodres.2011.03.047
27. Vovk, O. O., Boychenko, M. S., Matveeva, I. V., Zhuk, O. V., & Boychenko, S. V. (2017). Bakteriofagi - nova paradigma ta perevagi pered antibiotikami u likuvalno- profilaktichnikh tsiliakh. *Naukoemni Tekhnologii*, 2 (34), doi: 10.18372/2310-5461.34 [In Ukrainian].
28. Yadav, S., & Jha, R. (2019). Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10, 2. doi: 10.1186/s40104-018-0310-9
29. Zaritskii, A. M., Glushkevich, T. G., & Bubalo, V. O. (2016). Aktualnist salmonelezu v Ukraini ta perspektivi borotbi z nim. *Infectious Diseases*, 3 (85), 5–9. doi: 10.11603 / 1681-2727.2016.3.6881 [In Ukrainian].
30. Ivchenko, V. M., & Rublenko, I. O. (2006) *Metodichni rekomendatsii shchodo bakteriologichnikh metodiv doslidzhennia na salmonelezu (dlia likariv-bakteriologiv laboratorii veterinarnoi meditsini Ukraini ta studentiv fakultetu veterinarnoi meditsini*. Bila Tserkva [In Ukrainian].
31. *Metodichni ukazivki po viznachenniu chutlivosti do antibiotikov zbudnikov infektsiinykh khvorob silskogospodarskikh tvarin* (2006). Kiev: Urozhaij [In Ukrainian].
32. Nechyporenko, O., Berezovsky, A., Fotina, T., Petrov, R., & Fotin, A. (2018). Efficiency of complex disinfecting measures in the conditions of poultry farm-ing. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20(92), 165–168. doi: 10.32718/nvlvet9234
33. Melnychuk, V. V., & Yuskiv, I. D. (2018). Porivnialna kharakterystyka dezinvaziinykh vlastyvostei preparativ vitchyznianoho vyrobnytstva. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu: Seriya «Veterynarna Medytsyna»*, 1 (42), 164–168. [In Ukrainian].
34. Melnychuk, V., & Yuskiv, I. (2018). Disinvasive efficacy of chlorine-based preparations of domestic production for eggs of nematodes of the species *Aonchotheca bovis* parasitizing in sheep. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 1 (2), 15–18. doi: 10.32718/ujvas1-2.04
35. Melnychuk, V. V., Yuskiv, I. D., & Pishchalenko, M. A. (2020). Ovocidal action of glutaraldehyde and benzalkonium chloride mixture on *Aonchotheca bovis* (Nematoda, Capillariidae) embryogenesis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 11 (2), 175–179. doi: 10.15421/022026
36. 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. doi: 10.31210/visnyk2015.03.19

37. Yuskiv, I. D., & Melnychuk, V. V., (2015). Efficiency of different test cultures of helminth's eggs for establishing of desinvasive properties of chemicals. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 58–60. doi: 10.31210/visnyk2015.04.14

38. Yestafyeva, V., & Natiashla, I. (2017). Study of disinvasive properties of disinfectants to helminth eggs of chickens genus *Capillaria*. *Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University*, 1 (58), 128–132.

Стаття надійшла до редакції: 12.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Передера О. О., Передера Р. В. Заходи ліквідації сальмонельозу бройлерів у приватному домогосподарстві. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 142–149.

© Передера Олена Олександрівна, Передера Роман Вікторович, 2022



original article | UDC 614.448.57:619:576.895.1 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.19

DISINVASIVE EFFICACY OF MODERN DISINFECTANTS ON INVASIVE LARVES OF
TRICHOSTRONGYLUS TENUIS NEMATODES

V. Yevstafieva

Ye. Starodub

V. Melnychuk*

ORCID  [0000-0003-4809-2584](https://orcid.org/0000-0003-4809-2584)ORCID  [0000-0002-7880-8283](https://orcid.org/0000-0002-7880-8283)ORCID  [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065)

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

*Corresponding author

E-mail: melnychuk86@ukr.net

How to Cite

Yevstafieva, V., Starodub, Ye., & Melnychuk, V. (2022). Disinvasive efficacy of modern disinfectants on invasive larvae of *Trichostrongylus tenuis* nematodes. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 150–156. doi: 10.31210/visnyk2022.01.19

Parasitic diseases of waterfowl account for a significant share of other diseases and cause significant damage to cattle breeding. Infections caused by nematodes parasitizing in the gastrointestinal tract of birds, including trichostrongylosis, are quite common among goose helminthiasis. Therapeutic and preventive measures should be performed taking into account the peculiarities of the life cycle of helminths and be aimed at the effective destruction of pathogens at different stages of their development. The aim of the research was to establish the disinvasive activity of modern disinfectants against invasive larvae of trichostrongylus nematodes parasitizing domestic geese. Determination of disinvasive activity of disinfectants of domestic production Virosan (LTD «BioTestLab»), Dezsán (LTD «BROVAPHARMA») and Hermetsyd-VS (LTD «VetsynteZ») was determined. Invasive larvae of trichostrongylus have been found to be more resistant to disinfectants than nematode eggs. In particular, a high level of disinvasive efficiency of Dezsán was established: in relation to *T. tenuis* eggs – in 1–2 % concentrations at exposures of 10–60 min (DE – 94.87–100 %); relative to invasive larvae of *T. tenuis* – at 2% concentration at exposures of 30–60 min (DE – 92–100 %). Virosan showed a high level of disinvasive efficiency against *T. tenuis* eggs – in 0.25 % concentration at exposures of 60 min (DE – 91.26 %) and at 0.5 % concentration at exposures of 10–60 min (DE – 100 %). Regarding invasive *T. tenuis* larvae at maximum concentration (0.5 %) and exposures of 30–60 min, Virosan showed a satisfactory level of disinvasive efficiency (DE – 66.67–79.33 %). The disinfectant Hermetsyd-VS showed a high level of disinvasive efficiency: in relation to *T. tenuis* eggs – in 0.25 % concentration at exposures of 30–60 minutes and at 0.5 % concentration at exposures of 10–60 minutes (DE – 100 %) ; relative to invasive larvae of *T. tenuis* – in 0.25 % concentration at exposures of 60 min (DE – 90 %) and at 0.5 % concentration at exposures of 10–60 min (DE – 98.67–100 %). It is recommended to use 2 % Dezsán solution at exposures of 60 minutes and 0.5 % Hermetsyd-VS solution at exposures of 10–60 minutes to disinfect poultry houses and pastures for goose trichostrongylosis.

Key words: geese, trichostrongylosis, nematode larvae, disinfectants, disinvasive activity.

ДЕЗІНВАЗІЙНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ ДЕЗІНФІКУЮЧИХ ЗАСОБІВ ВІДНОСНО
ІНВАЗІЙНИХ ЛИЧИНОК НЕМАТОД *TRICHOSTRONGYLUS TENUIS*

В. О. Євстаф'єва, Є. С. Стародуб, В. В. Мельничук

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Паразитарні хвороби домашньої водоплавної птиці займають значну частку серед інших захворювань і завдають значних збитків гусівництву. Серед гельмінтозів гусей досить поширеними є інвазії, спричинені нематодами, що паразитують у шлунково-кишковому тракті птиці, до яких

належить і трихостронгілоз. Лікувально-профілактичні заходи повинні виконуватися з урахуванням особливостей життєвого циклу гельмінтів та бути спрямовані на ефективне знищення збудників на різних стадіях їх розвитку. Метою досліджень було встановити дезінвазійну активність сучасних дезінфікуючих засобів відносно інвазійних личинок нематод трихостронгілюсів, що паразитують у домашніх гусей. Проведено визначення дезінвазійної активності дезінфікуючих засобів вітчизняного виробництва Віросану (ТОВ «БіоТестЛаб»), Дезсану (ТОВ «Бровафарма») та Гермециду-ВС (ТОВ «Ветсинтез»). Встановлено, що інвазійні личинки трихостронгілюсів є більш стійкими до дії дезінфікуючих засобів, ніж яйця нематод. Зокрема, високий рівень дезінвазійної ефективності «Дезсану» встановлювали: відносно яєць *T. tenuis* – у 1–2 % концентраціях за експозицій 10–60 хв (ДЕ – 94,87–100 %); відносно інвазійних личинок *T. tenuis* – у 2 % концентрації за експозицій 30–60 хв (ДЕ – 92–100 %). Засіб «Віросан» проявив високий рівень дезінвазійної ефективності відносно яєць *T. tenuis* – у 0,25 % концентрації за експозиції 60 хв (ДЕ – 91,26 %) та у 0,5 % концентрації за експозицій 10–60 хв (ДЕ – 100 %). Відносно інвазійних личинок *T. tenuis* за максимальної концентрації (0,5 %) та експозицій 30–60 хв засіб «Віросан» проявив задовільний рівень дезінвазійної ефективності (ДЕ – 66,67–79,33 %). Дезінфікуючий засіб «Гермецид-ВС» проявив високий рівень дезінвазійної ефективності: відносно яєць *T. tenuis* – у 0,25 % концентрації за експозицій 30–60 хв та у 0,5 % концентрації за експозицій 10–60 хв (ДЕ – 100 %); відносно інвазійних личинок *T. tenuis* – у 0,25 % концентрації за експозиції 60 хв (ДЕ – 90 %) та у 0,5 % концентрації за експозицій 10–60 хв (ДЕ – 98,67–100 %). Для проведення дезінвазії птахівничих приміщень та вигульних майданчиків за трихостронгілозу гусей рекомендовано застосовувати 2 % розчин Дезсану за експозиції 60 хв та 0,5 % розчин Гермециду-ВС за експозицій 10–60 хв.

Ключові слова: гуси, трихостронгілоз, личинки нематод, дезінфікуючі засоби, дезінвазійна активність.

Вступ

Відомо, що серед гельмінтозів гусей досить поширеними є інвазії, спричинені нематодами, що паразитують у шлунково-кишковому тракті птиці, до яких належить і трихостронгілоз, викликаний *Trichostrongylus tenuis* [1–4]. Інвазія зумовлює затримку в рості та розвитку гусенят, негативно впливає на продуктивність птиці, якість отриманої продукції, може призводити до загибелі, особливо молодняку [5–8].

Більшість наукових праць присвячено дослідженню паразитування *T. tenuis* у куріпок, так як збудник дестабілізує впливає на динаміку їх чисельності, призводячи до зниження популяції птиці [9–11].

Успішна боротьба та профілактика інвазійних хвороб тварин, у тому числі й птиці, можлива лише за умов дотримання сучасних технологій ведення птахівництва та наявності вискоєфективних лікарських та хімічних засобів [12, 13]. Відомо, що одним з важливих факторів передачі збудників гельмінтозів тварин, зокрема і птиці, є об'єкти навколишнього середовища, внаслідок їх контамінації яйцями та личинками гельмінтів. Тому профілактика інвазійних хвороб повинна бути спрямована на ефективне знищення збудників нематодозів на різних стадіях їх розвитку. Серед них найбільш поширеним заходом є дезінвазія об'єктів птахівництва. Тому, впродовж останніх років науковцями проводиться ряд досліджень щодо визначення дезінвазійних властивостей сучасних дезінфектантів з метою застосування їх у птахівництві для підвищення ефективності у боротьбі та профілактиці нематодозів [14, 15].

Згідно проведених досліджень, було доведено високий рівень дезінвазійної ефективності засобів: Дезсан у 1,0–2,0 % концентраціях за експозицій 30–60 хв, а також Аноліт Кристал у 0,025 % концентрації за експозицій 30–60 хв, 0,033 %, 0,05 % та 0,1 % концентрацій за експозицій 10–60 хв (ДЕ – 91,21–100,0 %) відносно інвазійних яєць збудників капіляріозу гусей [16]. Також, дослідниками виявлено високий рівень овоцидної ефективності суміші глутарового альдегіду і бензалконію хлориду при дії на неінвазійну культуру яєць *A. bovis* в концентрації 0,5 і 1,0 % за експозицій 30–60 хв (93,6–100,0 %), а на інвазійну культуру яєць *A. bovis* – 0,5 % за експозицій 30 та 60 хв (90,3–94,6 %) та 1,0 % за всіх експозицій (100,0 %) [17].

Тому, метою досліджень було встановити дезінвазійну активність сучасних дезінфікуючих засобів відносно інвазійних личинок нематод трихостронгілюсів, що паразитують у домашніх гусей. Для досягнення мети вирішували наступні задачі: визначити дезінвазійну активність Дезсану, Віросану та Гермециду-ВС щодо інвазійних личинок *Trichostrongylus tenuis*; встановити діючі концентрації та експозиції випробуваних дезінфектантів відносно інвазійних личинок трихостронгілюсів.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж весняного періоду 2021 р. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету.

У лабораторних умовах визначали дезінвазійну ефективність сучасних дезінфікуючих засобів: Віросан (ТОВ «БиоТестЛаб», Україна), Дезсан (ТОВ «Бровафарма», Україна) та Гермецид-ВС (ТОВ «Ветсинтез», Україна). Для дослідження використовували тест-культури інвазійних личинок нематод виду *T. tenuis*, яких отримували шляхом культивування яєць трихостронгілюсів до личинок L3.

Було підготовлено дослідні чашки Петрі з різною концентрацією Віросану (0,1 %, 0,25 % та 0,5 %), Дезсану (0,5 %, 1,0 %, 1,5 % та 2,0 %) та Гермециду-ВС (0,1 %, 0,25 % та 0,5 %), які досліджували за різних експозицій (10, 30, 60 хв). До попередньо підготовленої суміші личинок (не менше 50 екз.) додавали такий самий об'єм розчину хімічного засобу певної концентрації. Після відповідної експозиції культуру личинок трихостронгілюсів чотириразово відмивали у дистильованій воді. Після цього чашки Петрі з відмитими культурами личинок поміщали в термостат за температури 25 °C і упродовж 5 діб вели спостереження. В якості контролю використовували культуру личинок, які не обробляли дезінфікуючими засобами. Кожну добу дослідні та контрольні культури личинок розглядали під мікроскопом. Кожний дослід повторювали тричі. Підраховували кількість загинувших личинок на 50 виявлених. Встановлювали показники дезінвазійної ефективності (ДЕ, %).

Оцінку дезінвазійної ефективності проводили за показниками: високий рівень ефективності – 90–100 %, задовільний – 60–89 %, незадовільний – до 60 %.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL» шляхом визначення середнього арифметичного (М) та стандартного відхилення (SD)

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених досліджень встановлено високий рівень дезінвазійної ефективності Дезсану (ДЕ – $92,0 \pm 4,0$ – 100 %) відносно інвазійних личинок трихостронгілюсів у 2 % концентрації засобу за експозицій 30 та 60 хв (рис. 1).

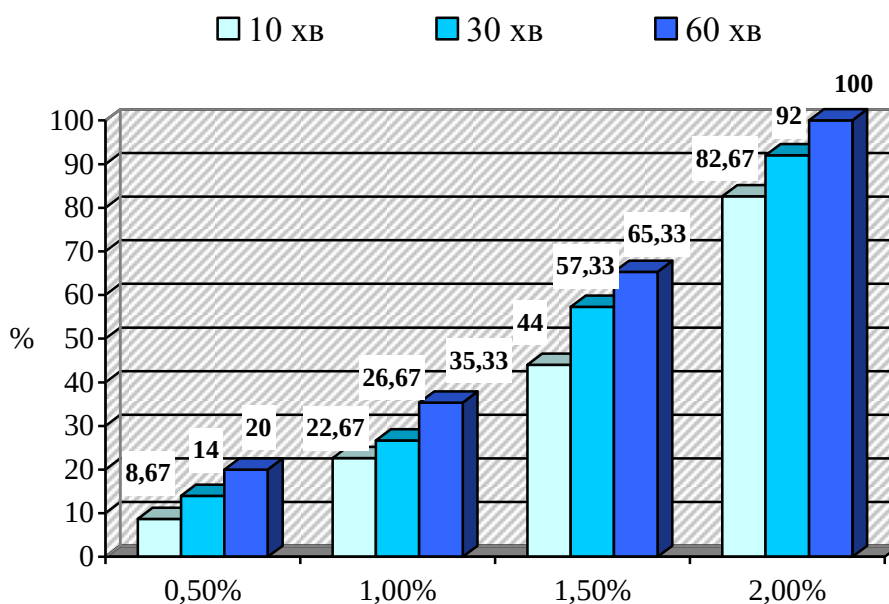


Рис. 1. Дезінвазійна активність Дезсану відносно інвазійних личинок *Trichostrongylus tenuis*

Задовільний рівень дезінвазійної ефективності Дезсану встановлено за його дії на культуру інвазійних личинок трихостронгілюсів у концентрації 2 % за експозиції 10 хв (ДЕ – $82,67 \pm 5,03$ %) та у концентрації 1,5 % за експозиції 60 хв (ДЕ – $65,33 \pm 1,15$ %). Неефективною виявилися обробка культури інвазійних личинок трихостронгілюсів засобом у наступних концентраціях та експозицій: 0,5 %, 10–60 хв (ДЕ – $8,67 \pm 2,31$ – $20,0 \pm 2,0$ %); 1 %, 10–60 хв (ДЕ – $22,67 \pm 3,06$ – $35,33 \pm 3,06$ %); 1,5 %, 10–30 хв (ДЕ – $44,0 \pm 2,0$ – $57,33 \pm 2,31$ %).

При вивченні дезінвазійної ефективності дезінфікуючого засобу Віросан встановлено, що його дезінвазійна ефективність не досягала показників високого рівня щодо інвазійних личинок *T. tenuis*.

Тільки у концентрації 0,5 % за експозицій 30 та 60 хв засіб показав задовільний рівень дезінвазійної ефективності (ДЕ – $66,67 \pm 7,02$ та $79,33 \pm 4,62$ % відповідно) (рис. 2).

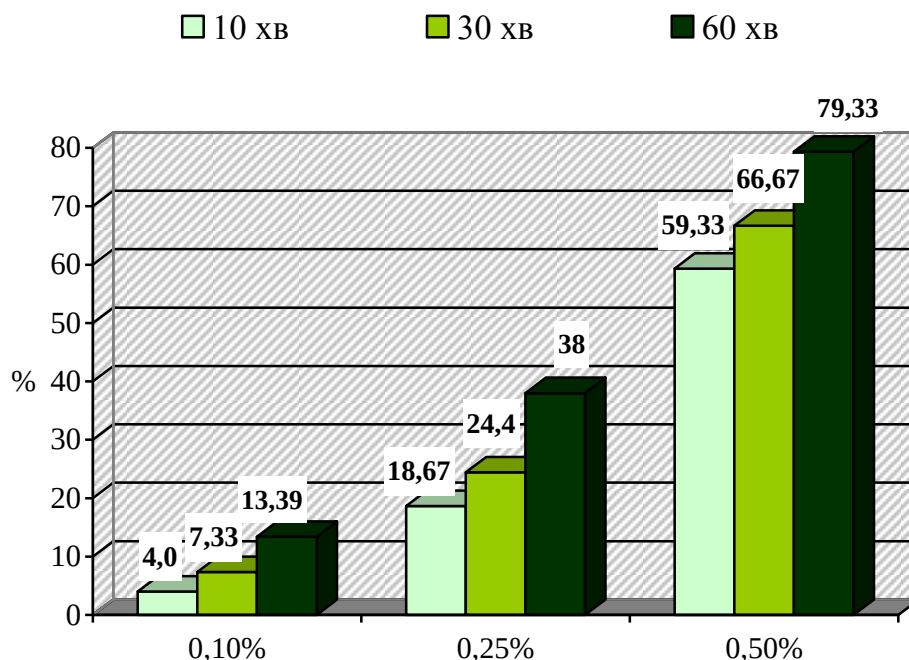


Рис. 2. Дезінвазійна активність Віросану відносно інвазійних личинок *Trichostrongylus tenuis*

Неефективною виявилися обробка культури інвазійних личинок трихостронгілюсів засобом у наступних концентраціях та експозицій: 0,1 %, 10–60 хв (ДЕ – $4,0 \pm 2,0$ – $13,33 \pm 5,03$ %); 0,25 %, 10–60 хв (ДЕ – $18,67 \pm 6,11$ – $38,0 \pm 2,0$ %); 0,5 %, 10 хв (ДЕ – $59,33 \pm 6,11$ %).

Дезінфікуючий засіб Гермецид-ВС проявив високий рівень дезінвазійної ефективності відносно інвазійних личинок трихостронгілюсів у 0,5 % концентрації за експозицій 10, 30, 60 хв (ДЕ – $98,67 \pm 2,31$ – 100 %) та у 0,25 % концентрації за експозиції 60 хв (ДЕ – $90,0 \pm 2,0$ %) (рис. 3).

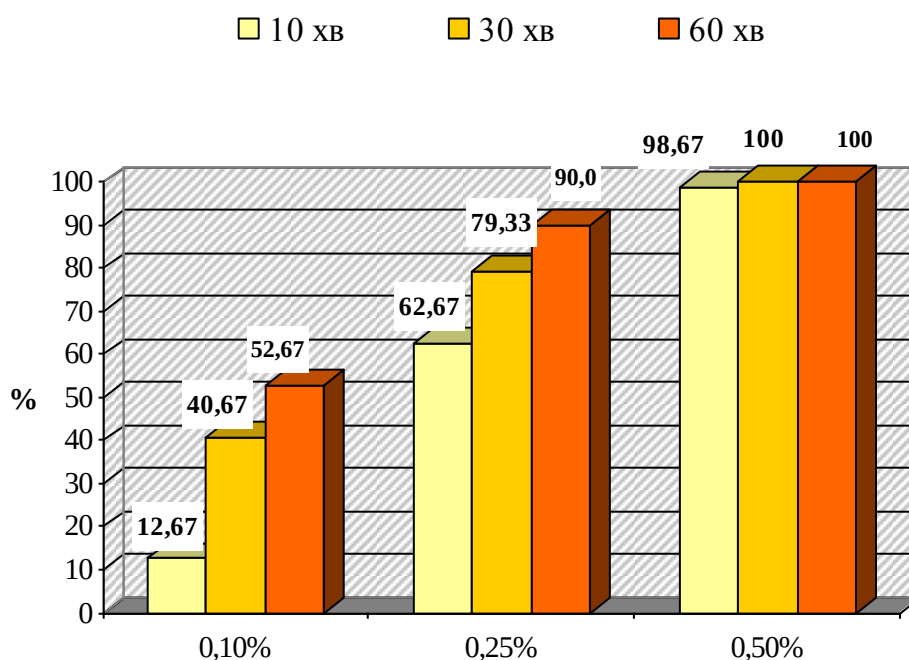


Рис. 3. Дезінвазійна активність Гермециду-ВС відносно інвазійних личинок *Trichostrongylus tenuis*

Задовільний рівень дезінвазійної ефективності Гермециду-ВС встановлено за його дії на культуру інвазійних личинок трихостронгілюсів у 0,25 % концентрації за експозицій 10 хв (ДЕ – $62,67 \pm 1,15$ %) та 30 хв (ДЕ – $79,33 \pm 2,31$ %). Незадовільний рівень дезінвазійної ефективності засіб проявив при обробці культури інвазійних личинок трихостронгілюсів у 0,1 % концентрації за експозицій 10 хв (ДЕ – $12,67 \pm 3,06$ %); 30 хв (ДЕ – $40,67 \pm 3,06$ %) та 60 хв (ДЕ – $52,67 \pm 3,06$ %).

Дезінфікуючі засоби Дезсан, Віросан та Гермецид-ВС при дії на культуру інвазійних личинок трихостронгілюсів призводили до руйнування та розсмоктування кишкових клітин всередині личинки (рис. 4), внаслідок чого такі личинки, в подальшому, руйнувалися. Також встановлено згубна дія засобів на личинок, внаслідок порушення цілісності їх кутикули (рис. 5). Останні поступово зморщувалися, що призводило до зміни форми личинок і, в подальшому, вони розпадалися на фрагменти.



Рис. 4. Згубна дія дезінфікуючих засобів на кишкові клітини інвазійної личинки *Trichostrongylus tenuis* ($\times 150$)

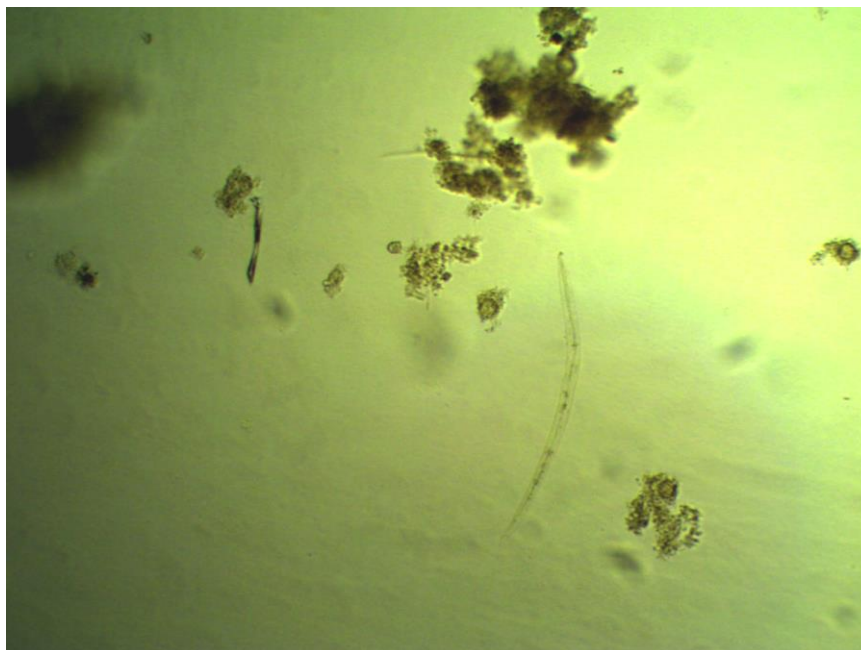


Рис. 5. Згубна дія дезінфікуючих засобів на кутикулу інвазійної личинки *Trichostrongylus tenuis* ($\times 150$)

Отже, література свідчить, що у комплексі оздоровчих та профілактичних заходів щодо гельмінтозних захворювань тварин важливе місце займає дезінвазія, спрямована на знищення у навколишньому середовищі збудників інвазій, а також недопущення проникнення в організм хазяїна. Все це дозволяє запобігти виникненню епідемічних спалахів інвазійних хвороб, у тому числі за гельмінтозів птахів [15, 18, 19].

Зокрема, на території Харківської області (Україна) рівень забруднення ґрунту екзогенними стадіями гельмінтів коливається в межах від 10.0 до 55.5%. Причому авторами доведено, що велику і дрібну рогату худобу виділяють разом з фекаліями у навколишнє середовище яйця нематод *Strongylata* spp. (285 екз./г), собаки та коти – яйця нематод *Toxocara* spp. (75 екз./г), *Dipylidium caninum* (6 екз./г) [20]. Тому, встановлення дезінвазійної ефективності хімічних засобів за окремих паразитозів є актуальним напрямом досліджень.

Проведеними дослідженнями доведено, що інвазійні личинки трихостронгілюсів є більш стійкими до дії дезінфікуючих засобів, ніж яйця нематод. Зокрема, високий рівень дезінвазійної ефективності «Дезсану» встановлювали відносно інвазійних личинок *T. tenuis* у 2 % концентрації за експозицій 30–60 хв (ДЕ – 92–100 %). Дезінфікуючий засіб «Гермецид-ВС» проявив високий рівень дезінвазійної ефективності відносно інвазійних личинок *T. tenuis* – у 0,25 % концентрації за експозиції 60 хв (ДЕ – 90 %) та у 0,5 % концентрації за експозицій 10–60 хв (ДЕ – 98,67–100 %).

Схожі дані отримали науковці, які відзначили високий рівень дезінвазійної ефективності 1,0–2,0 % «Дезсану» за експозицій 30–60 хв відносно інвазійних яєць капілярій, що паразитують у гусей [18]. Отримані дані дозволяють рекомендувати дезінфектанти «Дезсан» та «Гермецид-ВС» для дезінвазії об'єктів довкілля та птахівничих приміщень у боротьбі та профілактиці за трихостронгільозу гусей.

Висновки

Експериментальними дослідженнями встановлено високий рівень дезінвазійної ефективності Дезсану відносно інвазійних личинок *T. tenuis* у 2 % концентрації за експозицій 30–60 хв (ДЕ – 92–100 %). Дезінфікуючий засіб Гермецид-ВС проявив високий рівень дезінвазійної ефективності відносно інвазійних личинок *T. tenuis* у 0,25 % концентрації за експозиції 60 хв (ДЕ – 90 %) та у 0,5 % концентрації за експозицій 10–60 хв (ДЕ – 98,67–100 %). Дезінвазійна активність засобу Віросан не досягала показників високого рівня щодо інвазійних личинок *T. tenuis*. Тільки у концентрації 0,5 % за експозицій 30 та 60 хв засіб показав задовільний рівень дезінвазійної ефективності (ДЕ – 66,67±7,02 та 79,33±4,62 % відповідно).

Перспективи подальших досліджень. Перспективами подальших досліджень є випробувану дезінвазійну ефективність у визначених дієвих концентраціях у виробничих умовах на різних поверхнях.

References

1. Hudson, P. J., Dobson, A. P., & Newborn, D. (1992). Do parasites make prey vulnerable to predation? Red grouse and parasites. *Journal of Animal Ecology*, 1992, 61, 681–692.
2. Hudson, P. J., Dobson, A. P., & Newborn, D. (1998). Prevention of population cycles by parasite removal. *Science*, 282 (5397), 2256–2258. doi: 10.1126/science.282.5397.2256
3. Hudson, P. J. (1986). The effect of a parasitic nematode on the breeding production of red grouse. *Journal of Animal Ecology*, 55, 85–92. doi: 10.2307/4694
4. Delahay, R., & Moss, R. Food intake, weight changes and egg production in captive red grouse before and during laying: Effects of the parasitic nematode *Trichostrongylus tenuis*. *Condor*, 1996, 98 (3), 501–511. doi: 10.2307/1369564
5. Tompkins, D. M., & Begon, M. (1999). Parasites can regulate wildlife populations. *Parasitology Today*, 1999, 15, 311–313. doi: 10.1016/s0169-4758(99)01484-2
6. Webster, L. M., Johnson, P. C., Adam, A., Mable, B. K., & Keller, L. F. (2007). Macrogeographic population structure in a parasitic nematode with avian hosts. *Veterinary Parasitology*, 144 (1–2), 93–103. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.09.027.
7. Calvete, C., Estrada, R., Lucientes, J., Estrada, A., & Telletxea, I. (2003). Correlates of helminth community in the red-legged partridge (*Alectoris rufa* L.) in Spain. *Journal of Parasitology*, 89 (3), 445–451. doi: 10.1645/0022-3395(2003)089[0445:CONCIT]2.0.CO;2

8. Bhat, S. A., Khajuria, J. K., Katoch, R., Wani, M. Y., & Dhama, K. (2014). Prevalence of Endoparasites in Backyard Poultry in North Indian Region: A Performance Based Assessment Study. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9, 479–488. doi: 10.3923/ajava.2014.479.488
9. Newborn, D., & Foster, R. (2002). Control of parasite burdens in wild red grouse *Lagopus lagopus scoticus* through the indirect application of anthelmintics. *Journal of Applied Ecology*, 39, 909–914. doi: 10.1046/j.1365-2664.2002.00771.x
10. Fox, A., & Hudson, P. J. (2001). Parasites reduce territorial behaviour in red grouse (*Lagopus lagopus scoticus*). *Ecology Letters*, 4, 139–143. doi: 10.1046/j.1461-0248.2001.00207.x
11. Hudson, P. J., & Dobson, A. P. (1997). Transmission dynamics and host-parasite interactions of *Trichostrongylus tenuis* in red grouse (*Lagopus lagopus scoticus*). *Journal of Parasitology*, 83 (2), 194–202.
12. Tucker, C. A., Yazwinski, T. A., Reynolds, L., Johnson, Z., & Keating M. (2007). Determination of the anthelmintic efficacy of albendazole in the treatment of chicken naturally infected with gastrointestinal helminthes. *Journal of Applied Poultry Research*, 16 (3), 392–396. doi: 10.1093/japr/16.3.392
13. Javid, A., Syed, T., & Bilal, A. Z. (2013). In vitro anthelmintic activity of *Mentha longifolia* (L.) leaves against *Ascaridia galli*. *Global Veterinaria*, 11 (1), 112–117. doi: 10.5829/idosi.gv.2013.11.1.73177
14. Tamási, G. (1995). Testing disinfectants for efficacy. *Revue Scientifique et Technique*, 14 (1), 75–79.
15. Mielke, D., & Hiepe, T. (1998). The effectiveness of different disinfectants based on p-chloro-m-cresol against *Ascaris suum* eggs under laboratory conditions. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 111 (7–8), 291–294.
16. Yevstafieva, V. O., & Yresko, V. I. (2018). Dezinvazionnaja jeffektivnost' novogo sredstva dezinfekcii otnositel'no jaic nematod roda *Capillaria*. *Uchenye Zapiski Uchrezhdenija Obrazovanija «Vitebskaja Ordena «Znak Pocheta» Gosudarstvennaja Akademija Veterinarnej Mediciny»*, 54 (1), 17–20. [In Russian].
17. Melnychuk, V. V., Yuskiv, I. D., & Pishchalenko, M. A. (2020). Ovocidal action of glutaraldehyde and benzalkonium chloride mixture on *Aonchotheca bovis* (Nematoda, Capillariidae) embryogenesis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11 (2), 175–179. doi: 10.15421/022026
18. Yevstafieva, V. O., & Natiagla, I. V. (2017). Vyvchennja dezinvazijnyh vlastyvostej zasobiv dezinfekcii shhodo jajec' gel'mintiv kurej rodu *Capillaria*. *Messenger of Zhytomyr National Agroecology University*, 1 (1), 128–132. [In Ukrainian].
19. 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. doi: 10.1016/j.apjtm.2016.11.002
20. Paliy, A., Sumakova, N., Petrov, R., Shkromada, O., Ulko, L., & Palii, A. (2019). Contamination of urbanized territories with eggs of helminths of animals. *Biosystems Diversity*, 27 (2), 118–124. doi: 10.15421/011916

Стаття надійшла до редакції: 15.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Євстаф'єва В. О., Стародуб Є. С., Мельничук В. В. Дезінвазійна ефективність сучасних дезінфікуючих засобів відносно інвазійних личинок нематод *Trichostrongylus tenuis*. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 150–156.

*© Євстаф'єва Валентина Олександрівна, Стародуб Євгеній Сергійович,
Мельничук Віталій Васильович, 2022*


original article | UDC 636.32/.38:619:616.99 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.20

EPIZOOTOLOGICAL FEATURES OF STRONGYLOIDIASIS OF SHEEP IN THE CONDITIONS OF POLTAVA REGION
S. S. Sorokova

 ORCID  [0000-0003-2507-4930](https://orcid.org/0000-0003-2507-4930)

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

 E-mail: svetagir1911@gmail.com
How to Cite

 Sorokova, S. S. (2022). Epizootological features of strongyloidiasis of sheep in the conditions of Poltava region. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 157–163. doi: 10.31210/visnyk2022.01.20

Strongyloidiasis is a fairly common disease among both domestic animals and wildlife. Among ruminants, in particular sheep, the disease is caused by the nematode *Strongyloides papillosus* (Wedl, 1856), which causes significant damage to animals, ranging from trivial disorders of the digestive system to the death of animals at high intensities of invasion. The causative agent of the disease is extremely common in many countries around the world and is adapted to exist in different climatic zones, which contributes to the complex biology of the parasite. The aim of the study was to determine the epizootological features of strongyloidiasis infestation of sheep in the conditions of farms in Poltava region. To achieve this goal, a study of 2108 heads of sheep of 4 age groups – lambs up to 4 months, young 4–12 months, sheep 12–24 months, sheep older than 24 months, kept in sheep farms of various forms of ownership and capacity on the territory of Poltava, Myrhorod, Kremenchug and Lubny districts of Poltava region. Coproscopic studies of sheep were carried out in the laboratory of parasitology of the Department of Parasitology and Veterinary Sanitary Examination of Poltava State Agrarian University by the quantitative method of Trach. It was found that strongyloidiasis of sheep is a common infestation in the Poltava region with an average prevalence of 30.88 % and intensity of invasion of 280.07 ± 14.20 eggs in 1 g of feces. Poltava district was the most unfavorable for the disease, where the highest rates of both extensiveness and intensity of invasion were recorded (57.17 % and 324.52 ± 15.60 eggs in 1 g of feces, respectively). It is proved that in the territory of Poltava region strongyloidiasis is more often registered among young animals aged 4–12 months of age where the prevalence index averaged – 50.07 %, for intensity of invasion – 391.21 ± 20.72 eggs in 1 g of feces. Studies show that most often strongyloidiasis in sheep in the Poltava region is part of mixed invasions, which account for 79.88% of the total number of sick animals. A total of 14 species of mixed invasions were identified, among which causative agents of digestive tract nematodes (strongylidosis of the digestive tract, nematodyrosis, trichurosis), cestodes (moniesiosis) and protozoa (eimeriosis) in various combinations were identified. Among mixed invasions, two-, three-, four-, and five-component associations were recorded (79.04, 13.27, 4.81, and 2.88 %, respectively, of the total number of patients in mixed invasions).

Key words: sheep, strongyloidiasis, prevalence, extent of invasion, intensity of invasion, mixed invasion, age dynamics, Poltava region.

ЕПІЗООТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТРОНГІЛОЇДОЗУ ОВЕЦЬ В УМОВАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
С. С. Сорокова

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Стронгілоїдоз – досить поширене захворювання як серед домашніх тварин так й представників дикої фауни. 3-поміж жуйних тварин, зокрема овець хворобу викликає нематода *Strongyloides*

papillosus (Wedl, 1856) яка завдає організму тварин значної шкоди, що може проявлятися починаючи від банальних розладів у роботі травної системи, і аж до загибелі тварин за високої інтенсивності інвазії. Збудник хвороби є надзвичайно поширеним у багатьох країнах світу й пристосованим до існування у різних кліматичних зонах, чому сприяє складна біологія розвитку паразита. Метою дослідження було визначити епізоотологічні особливості стронгілоїдозної інвазії овець в умовах господарств Полтавської області. Для досягнення поставленої мети було здійснено дослідження 2108 голів овець 4 вікових груп – ягнята до 4 міс., молодняк 4–12 міс., віці 12–24 міс., віці старші 24 міс., що утримувалися в умовах віцегосподарств різної форми власності та потужностей на території Полтавського, Миргородського, Кременчуцького та Лубенського районів Полтавської області. Копроовоскопічні дослідження овець здійснювали в умовах лабораторії паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету за кількісною методикою Трача. З'ясовано, що стронгілоїдоз овець є поширеною інвазією на території Полтавської області за середніх показників екстенсивності інвазії 30,88 % та інтенсивності інвазії $280,07 \pm 14,20$ яєць в 1 г фекалій. Найбільш неблагополучним щодо хвороби виявився Полтавський район, де було зафіксовано найвищі показники як екстенсивності так й інтенсивності інвазії (57,17 % та $324,52 \pm 15,60$ ЯГФ відповідно). Доведено, що на території Полтавської області стронгілоїдоз частіше реєструється серед молодняку у віці 4–12 місячного віку, де показник ЕІ в середньому становив – 50,07 %, за ПІ – $391,21 \pm 20,72$ ЯГФ. Дослідження доводять, що найчастіше стронгілоїдоз у овець на території Полтавської області перебігає у складі мікстинвазій на частку яких припадає 79,88 % від загальної кількості хворих тварин. Загалом було виявлено 14 різновидів мікстинвазій серед яких виявлено збудників нематодозів травного каналу (стронгілоїдозів травного каналу, нематодірозу, трихуриду), цестодозів (монієзозу) та протозоозів (еймерозу) у різних комбінаціях. З поміж мікстинвазій зафіксовано дво-, три-, чотири- та п'ятикомпонентні асоціації на частку яких припадало (79,04, 13,27, 4,81 та 2,88 % відповідно від загальної кількості хворих на мікстинвазії овець).

Ключові слова: віці, стронгілоїдоз, поширення, екстенсивність інвазії, інтенсивність інвазії, мікстинвазії, вікова динаміка, Полтавська область.

Вступ

На даний момент вівчарство є перспективною галуззю тваринництва, оскільки вівці дають люду м'ясо, молоко, сир, а також шерсть, яку використовують у виробництві тканин, трикотажу, килимів. Проте на заваді розвитку даної галузі стоять гельмінтози, зокрема стронгілоїдоз. Хвороба негативно впливає на стан організму хворих та викликає відставання в рості та розвитку молодняку, зниження продуктивності та племінного потенціалу овець, а іноді навіть загибель. Наразі стронгілоїдозну інвазію овець реєструють у багатьох країнах світу [1–10]. Науковці всього світу активно займаються дослідженнями, пов'язаними з тими чи іншими аспектами цього захворювання у овець. Так, японські вчені здебільшого розробляють питання пов'язанні з патогенезом хвороби та проблемою механізму смерті овець за стронгілоїдозу [8, 10]. Вчені Індії, Малі і Північної Ірландії у своїх дослідженнях розкривають питання, які пов'язанні з сезонністю хвороби, а також впливом опадів на прояв піків хвороби [3, 7, 9]. За суперечливими даними вчених СНД екстенсивність інвазії за стронгілоїдозу овець в різних господарствах коливалася від 15,2 % до 57,6 % [1, 2, 6]. За даними дослідників з різних країн світу встановлено, що ураженість овець збудником стронгілоїдозу в Пакистані становить 41,3 % [11], Ефіопії – 28,5 % [12], Індії – 21,0 % [13], Нігерії – 4,9 % [14], Новій Гвінеї 8,2 % [15].

В Україні науковцями у різні роки стронгілоїдоз серед жуйних тварин був зареєстрований в умовах Дніпропетровської (ЕІ = 91,7 %) [16], Запорізької, (ЕІ = 11,52 %) [17], Київської (ЕІ = 27,66 %) [18], Полтавської (ЕІ = 8,07 %) [19] та Одеської (ЕІ = 58,1 %) областей [20].

Дослідники зазначають, що у віковому аспекті найбільш висока ураженість встановлена серед ягнят 1–3 місячного віку й сягає – 72,8 % [1]. Якщо ж говорити про мікстинвазії, то під час експериментів німецьких вчених з жуйними переважали стронгілоїдозно-стронгілоїдозні мікстинвазії [4]. При обстеженні овець в Білорусії науковцями встановлено, що одним із найбільш розповсюджених кишкових паразитоценозів є змішані інвазії, що складаються зі стронгілоїдесів та еймерій; стронгілоїдесів стронгілід та еймерій [1].

Отож, стронгілоїдоз овець є надзвичайно поширеним захворюванням в багатьох країнах світу, в той же час на території України, зокрема й Полтавської області, наразі бракує відомостей щодо

особливостей поширення цієї хвороби. Тому *мета* нашого дослідження полягала у визначенні епізоотологічних особливостей стронгілоїдозної інвазії овець в умовах господарств Полтавської області. У *завдання* досліджень входило здійснити моніторингові дослідження щодо поширення стронгілоїдозу овець на території Полтавської області, визначити особливості асоціативного перебігу хвороби та вікової динаміки.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилися на базі лабораторії паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету впродовж 2018–2021 років. Моніторингові дослідження щодо стронгілоїдозної інвазії овець проводили на базі вівцегосподарств Полтавської області (Полтавського, Миргородського, Кременчуцького та Лубенського районів) різної форми власності та потужностей (сільськогосподарські підприємства, особисті селянські та фермерські господарства). Досліджували овець порід романівська, асканійська тонкорунна, сокільська та гісарська 4-х вікових груп – ягнята до 4 міс., молодняк 4–12 міс., вівці 12–24 міс., вівці старші 24 міс., у кількості 2108 голів. Кoprooоскопію здійснювали за використання кількісної методики Трача [21]. Основними показниками рівня інвазованості овець були екстенсивність інвазії (EI) та інтенсивність інвазії (II, яєць стронгілоїдесів у 1 г фекалій). Видову приналежність яєць гельмінтів та ооцист кокцидій визначали за допомогою атласів диференціальної діагностики [22, 23].

Статистичні обрахунки результатів досліджень здійснювали у програмах Microsoft Excel шляхом визначення середнього арифметичного значення (M) його похибки (m).

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами копроскопічних досліджень овець на території Полтавської області встановлено, що вівці є інвазованими збудником стронгілоїдозу *Strongyloides papillosus* (Wedl, 1856). Показники ураженості овець стронгілоїдозом в середньому складали – екстенсивність інвазії – 30,88 % за інтенсивності інвазії 280,07±14,20 яєць/г фекалій (ЯГФ).

Зареєстровано, що в розрізі досліджуваних районів показники інвазованості овець значно різнилися (табл. 1).

1. Поширення стронгілоїдозу овець на території Полтавської області

Райони області	Досліджено, голів	Інвазовано, голів	EI, %	II, ЯГФ, M±m
Полтавський	890	510	57,17	324,52±15,60
Лубенський	135	43	31,85	95,26±9,72
Кременчуцький	289	51	17,65	138,00±20,02
Миргородський	794	47	5,92	120,51±17,47
<i>Всього</i>	<i>2108</i>	<i>651</i>	<i>30,88</i>	<i>280,07±14,20</i>

Згідно результатів копроовоскопічних досліджень встановлено, що найвищі показники інвазованості овець зафіксовано у вівцегосподарствах Полтавського району. Середня екстенсивність інвазії стронгілоїдозу овець становила 57,17% за інтенсивності 324,52±15,60 ЯГФ. Дещо менше інвазованих овець виявлено в господарствах Лубенського району (EI = 31,85 % за II = 95,26±9,72 ЯГФ).

Господарства Кременчуцького та Миргородського районів виявилися більш благополучними щодо стронгілоїдозної інвазії овець. Так показник EI в Кременчуцькому районі становив у середньому 17,65 % за середньої II 138,00±20,02, а в Миргородському районі ці показники становили 5,92 % та 120,51±17,47 ЯГФ.

Отже, на території господарств Полтавської області стронгілоїдоз овець є поширеною інвазією. Показники ураженості тварин у вівцегосподарствах досліджуваних районах мають відмінні значення та коливаються в межах – EI від 5,92 до 57,17 % за II від 95,26±9,72 до 324,52±15,60 ЯГФ.

На нашу думку, така різниця в показниках ураженості овець стронгілоїдозом серед досліджуваних районів області свідчить про рівень здійснюваних ветеринарно-санітарних заходів при утриманні тварин. Нами зафіксовано, що у господарствах, де виявлені найвищі показники інвазованості овець стронгілоїдозом мали місце неналежні зоогігієнічні умови утримання тварин, фіксували недостатнє ветеринарно-санітарне обслуговування цих господарств, в тому числі й проведення планових антигельмінтних обробок тварин. В свою чергу це сприяло інтенсивному перезараженню тварин.

Наступним етапом наших досліджень стало визначення особливостей перебігу стронгілоїдозної інвазії овець у складі мікстінвазій. За результатами досліджень встановлено, що стронгілоїдоз овець на території Полтавської області частіше перебігає у складі мікстінвазій (79,88 %) зі збудниками гельмінтозів та протозоозів кишкового тракту. Стронгілоїдоз у вигляді моноінвазії виявляли у 20,12 % від загальної кількості уражених тварин (рис. 1).

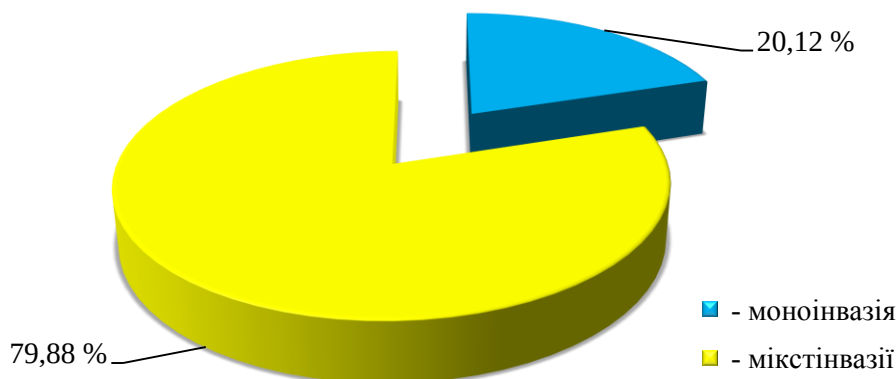


Рис. 1. Відсоткове співвідношення форм перебігу стронгілоїдозу у складі моно- і мікстінвазій кишкового тракту овець

Встановлено, що найчастіше стронгілоїдоз овець перебігав у складі двокомпонентних мікстінвазій, на частку яких припадало 79,04 %. Значно рідше діагностували три-, чотири- та п'ятикомпонентні мікстінвазії, частка яких становила 13,27, 4,81 та 2,88 % відповідно (рис. 2).

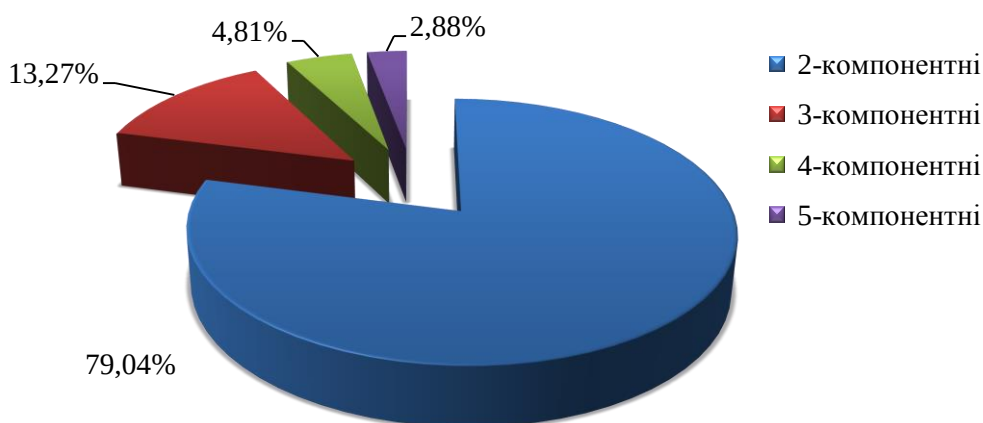


Рис. 2. Відсоткове співвідношення стронгілоїдозу у складі мікстінвазій кишкового тракту овець

В загальній кількості виділено 14 комбінацій різних видів гельмінтозів та протозоозів, до складу яких входив збудник стронгілоїдозу овець (табл. 2).

З-поміж двокомпонентних мікстінвазій нами виявлено 2 асоціації паразитів. Слід зазначити, що стронгілоїдоз у двокомпонентних асоціаціях найчастіше (78,46 %) перебігав разом зі збудниками стронгілоїдозів травного каналу овець. Значно рідше (0,58 %) його діагностували разом зі збудником еймеріозу.

У складі трикомпонентних мікстінвазій виявлено 5 асоціацій паразитів. Серед них найчастіше виявляли асоціацію збудників стронгілоїдозу, стронгілоїдозів та нематодірозу (6,92%), а також стронгілоїдозу, стронгілоїдозів та монієзії (3,85%). Значно рідше спостерігали інші види комбінацій, до складу яких входили збудники стронгілоїдозу, стронгілоїдозів та еймеріозу (1,54%), стронгілоїдозу, стронгілоїдозів та трихуридозу (0,77%), стронгілоїдозу, нематодірозу та трихуридозу (0,19%).

Чотирьохкомпонентні мікстінвазії були представлені 4 асоціаціями паразитів: стронгілоїдозу, стронгілоїдозів, трихуридозу та монієзії (1,92 %), стронгілоїдозу, стронгілоїдозів, еймеріозу та монієзії (1,73 %), стронгілоїдозу, стронгілоїдозів, нематодірозу та еймеріозу (0,58 %), стронгілоїдозу, стронгілоїдозів, нематодірозу та монієзії (0,58 %).

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

2. Стронгілоїдоз у складі мікстінвазій кишкового тракту овець

№ п/п	Асоціації паразитів	Уражено голів	EI, %
1.	Двокомпонентні, у т.ч.:	411	79,04
1.1.	стронгілоїдеси + стронгіліди	408	78,46
1.2.	стронгілоїдеси + еймерії	3	0,58
2.	Трикомпонентні, у т.ч.:	69	13,27
2.1.	стронгілоїдеси + стронгіліди + нематодіруси	36	6,92
2.2.	стронгілоїдеси + стронгіліди + монієзії	20	3,85
2.3.	стронгілоїдеси + стронгіліди + еймерії	8	1,54
2.4.	стронгілоїдеси + стронгіліди + трихуриси	4	0,77
2.5.	стронгілоїдеси + нематодіруси + трихуриси	1	0,19
3.	Чотирикомпонентні, у т.ч.:	25	4,81
3.1.	стронгілоїдеси + стронгіліди + трихуриси + монієзії	10	1,92
3.2.	стронгілоїдеси + стронгіліди + еймерії + монієзії	9	1,73
3.3.	стронгілоїдеси + стронгіліди + нематодіруси + еймерії	3	0,58
3.4.	стронгілоїдеси + стронгіліди + нематодіруси + монієзії	3	0,58
4.	П'ятикомпонентні, у т.ч.:	15	2,88
4.1.	стронгілоїдеси + стронгіліди + нематодіруси + монієзії + трихуриси	7	1,35
4.2.	стронгілоїдеси + стронгіліди + нематодіруси + еймерії + трихуриси	6	1,15
4.3.	стронгілоїдеси + стронгіліди + нематодіруси + еймерії + монієзії	2	0,38

П'ятикомпонентні мікстінвазії були представлені 3 асоціаціями паразитів, що склалися зі збудників стронгілоїдозу, стронгілідозів, нематодірозу, трихурузу монієзюзу та еймеріозу у різних комбінаціях, а їх частка коливалася в межах від 0,38 до 1,35 %.

Отже, в умовах господарств Полтавської області стронгілоїдоз здебільшого перебігає у складі мікстінвазій кишкового тракту овець разом зі збудниками гельмінтозів (стронгілідозів травного каналу, нематодірозу, трихурузу та монієзюзу) й протозоозів (еймеріозу). Найчастіше стронгілоїдоз овець реєструється у складі двохкомпонентних мікстінвазій.

При вивченні показників вікової сприйнятливості овець до стронгілоїдозної інвазії встановлено певні закономірності. Так дослідження доводять, що ступінь ураженості овець збудником стронгілоїдозу залежить від віку тварин (табл. 3).

3. Вікова сприйнятливість овець до збуднику стронгілоїдозу

Вікова група овець	Досліджено, голів	Інвазовано, голів	EI, %	П, ЯГФ, М±m
Ягнята до 4 міс.	347	73	21,04	44,49±5,28
Молодняк 4–12 міс.	697	349	50,07	391,21±20,72
Вівці 12–24 міс.	664	205	30,87	200,29±12,46
Вівці старші 24 міс.	400	24	6,00	62,00±13,33

Зокрема показники інвазованості тварин з віком поступово зростають та становлять у групі молодняку до 4 міс віку – EI = 21,04 % за П – 44,49±5,28 ЯГФ. Максимальне ураження овець збудником стронгілоїдозу відмічено у молодняка овець віком 4–12 місяців, EI у них сягає 50,07 %, а П – 391,21±20,72 ЯГФ. В подальшому, з віком овець показники екстенсивності та інтенсивності стронгілоїдозної інвазії знижуються і становлять у групі тварин віком 12–24 міс. – EI = 30,87 % за П – 200,29±12,46 ЯГФ. Мінімальні значення інвазованості овець зафіксовано у тварин віком старше 24 міс. EI = 6,00 % за П – 62,00±13,33 ЯГФ.

Отже, стронгілоїдозом максимально уражаються вівці віком 4–2 місяців, в той же час найнижчі показники спостерігали у дорослих тварин старших 24 місяців. На нашу думку, це пов'язано з тим, що вівці старші 12 міс. мають сформований імунітет і таким чином більшу резистентність проти стронгілоїдозу овець.

Висновки

1. Встановлено, що вівці на території Полтавської області інвазовані збудником стронгілоїдозу *Strongyloides papillosus*, середня екстенсивність інвазії становить 30,88 % за інтенсивності інвазії $280,07 \pm 14,20$ яєць/г фекалій.

2. Найбільш неблагополучними щодо стронгілоїдозної інвазії овець виявилися вівцегосподарства Полтавського району, де середня екстенсивність інвазії становила 57,17 % за інтенсивності $324,52 \pm 15,60$ ЯГФ.

3. Зафіксовано, що стронгілоїдозну інвазій у більшості випадків (79,88 %) перебігає у складі мікстинвазій травного каналу зі збудниками гельмінтозів (стронгілоїдозів травного тракту, нематодірозу, трихуридозу та монієзії) й протозоозів (еймеріозу). З-поміж мікстинвазій у овець найчастіше (79,04 %) діагностуються двокомпонентні асоціації.

4. Максимального ураження стронгілоїдами зазнають вівці у віці 4–12 місяців (EI– 50,07%, П– $391,21 \pm 20,72$ ЯГФ).

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується проведення дослідження щодо терапевтичної ефективності різних груп антигельмінтних засобів за стронгілоїдозу овець.

References

1. Bratushkina, E. L. (2003). Strongiloidoz ovec i mery borby s nim. *Extended abstract of candidate's thesis*. Minsk [In Russian].
2. Chemodankina, N. A. (2007). Strongiloidoz ovec v Saratovskoj oblasti (rasprostranenie, mery bor'by). *Extended abstract of candidate's thesis*. Saratov [In Russian].
3. McMahon, C., Gordon, A. W., Edgar, H. W., Hanna, R. E., Brennan, G. P., & Fairweather, I. (2012). The effects of climate change on ovine parasitic gastroenteritis determined using veterinary surveillance and meteorological data for Northern Ireland over the period 1999–2009. *Veterinary Parasitology*, 190 (1–2), 167–177. doi: 10.1016/j.vetpar.2012.06.016
4. May, K., Brügemann, K., König, S., & Strube, C. (2017). Patent gastrointestinal nematode infections in organically and conventionally pastured dairy cows and their impact on individual milk and fertility parameters. *Veterinary Parasitology*, 245, 119–127. doi: 10.1016/j.vetpar.2017.08.024
5. Muromcev, A. B. (2009). Osnovnye gel'mintozy zhvachnyh zhivotnyh (jepizootologija, patogenez, lečebno-profilaktičeskie meroprijatija). *Extended abstract of candidate's thesis*. Sankt-Peterburg [In Russian].
6. Samsonovich, V. A., Bratushkina, E. L., Patafeev, V. A., Makovskij, E. G. (2012). *Rekomendacii po borbe so strongiloidozami sel'skohoz'jajstvennyh zhivotnyh*. Vitebsk: UO «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny» [In Russian].
7. Singh, D., Swarnkar, C., Khan, F., Srivastava, C., & Bhagwan, P. S. (1997). Epidemiology of ovine gastrointestinal nematodes at an organised farm in Rajasthan, India. *Small Ruminant Research*, 26 (1–2), 31–37. doi: 10.1016/s0921-4488(96)00988-1
8. Taira, N., Nakamura, Y., Tsuji, N., Kubo, M., & Ura, S. (1992). Sudden death of calves by experimental infection with *Strongyloides papillosus*. I. Parasitological observations. *Veterinary Parasitology*, 42 (3–4), 247–256. doi: 10.1016/0304-4017(92)90066-i
9. Wymann, M. N., Traore, K., Bonfoh, B., Tembely, S., Tembely, S., & Zinsstag, J. (2008). Gastrointestinal parasite egg excretion in young calves in periurban livestock production in Mali. *Research in Veterinary Science*, 84 (2), 225–231. doi: 10.1016/j.rvsc.2007.04.012
10. Ura, S., Taira, N., Nakamura, Y., Tsuji, N., & Hirose, H. (1993). Sudden death of calves by experimental infection with *Strongyloides papillosus*. IV. Electrocardiographic and pneumographic observations at critical moments of the disease. *Veterinary Parasitology*, 47 (3–4), 343–347. doi: 10.1016/0304-4017(93)90035-l
11. Ruhoollah, Khan, W., Al-Jabr, O. A., Khan, T., Khan, A., El-Ghareeb, W. R., Aguilar-Marcelino, L., Hussein, E., Alhimaidi, A. R., & Swelum, A. A. (2021). Prevalence of gastrointestinal parasite in small ruminants of District Dir Upper Khyber Pakhtunkhwa Province of Pakistan. *Brazilian journal of biology = Revista brasileira de biologia*, 83, e248978. doi: 10.1590/1519-6984.248978
12. Hailegebräel, B., Fikru, G., & Wossene, N. (2017). Preliminary study on Small Ruminant GIT Helminthiasis in Select Arid and Semi-arid Pastoral and Agro-pastoral Areas of Afar Region, Ethiopia. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 4 (12), 60–67. doi: 10.22192/ijarbs.2017.04.12.006

13. Chikweto, A., Tiwari, K., Bhaiyat, M. I., Carloni, J., Pashaian, K., Pashaian, A., De Allie, C., & Sharma, R. N. (2018). Gastrointestinal parasites in small ruminants from Grenada, West Indies: A coprological survey and a review of necropsy cases. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, 13, 130–134. doi: 10.1016/j.vprsr.2018.05.004
14. Nwosu, C. O., Madu, P. P., & Richards, W. S. (2007). Prevalence and seasonal changes in the population of gastrointestinal nematodes of small ruminants in the semi-arid zone of north-eastern Nigeria. *Veterinary Parasitology*, 144 (1-2), 118–124. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.09.004
15. Koinari, M., Karl, S., Ryan, U., & Lymbery, A. J. (2013). Infection levels of gastrointestinal parasites in sheep and goats in Papua New Guinea. *Journal of Helminthology*, 87 (4), 409–415. doi: 10.1017/S0022149X12000594
16. Boyko, A. A. (2015). Helminthofauna of sheep and goats in Dnipropetrovsk region. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 6 (2), 87–92. doi: 10.15421/021516
17. Melnychuk, V. V., & Kovalenko, V. A. (2018). Rasprostranenie nematodozov zheludochno-kishechnogo trakta ovec na territorii hozyajstv Zaporozhskoy oblasti. *Veterinarnyj Zhurnal Belarusi*, 1 (8), 18–21. [In Russian].
18. Melnychuk, 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. *Scientific Journal of Veterinary Medicine*, 1 (149), 75–84. doi: 10.33245/2310-4902-2019-149-1-75-84
19. Melnychuk, V., Yevstafieva, V., Yuskiv, I., & Zhulinska, O. (2021). Distribution and nosological profile of nematodoses of the digestive tract of sheep in farms of Poltava region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23 (104), 119–125. doi: 10.32718/nvlvet10419
20. Bohach, M. V., Bezdietko, L. Ie., & Kravets, S. M., (2010). Poshyrennia stronhiloidoznoi invazii sered ovets riznoho viku. *Ahrarnyi Visnyk Prychornomoria*, 54, 15–19. [In Ukrainian].
21. Trach, V N. (1992). *Rekomendacii po primeneniyu novogo metoda ucheta yaic gel'mintov i cist prostejshih v fekalijah zhivotnyh*. Kiev: Gosagroprom USSR. [In Russian].
22. Halat, V. F., Yevstafieva, V. O., & Halat, M. V. (2009). *Morfolohiia helmintiv tvaryn (atlas)*. Poltava [In Ukrainian].
23. Manzhos, O. F., & Panikar, I. I. (2006). *Veterynarna protozoolohiia*. Donetsk [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 16.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Сорокова С. С. Епізоотологічні особливості стронгілоїдозу овець в умовах Полтавської області. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 157–163.

© Сорокова Світлана Станіславівна 2022



original article | UDC 636.7.09:616.995.132-078. | doi: 10.31210/visnyk2022.01.21

BIOCHEMICAL INDICATORS OF SERUM OF DOGS WITH DIROFILARIASIS

D. Kryvoruchenko

ORCID  [0000-0002-2044-8019](https://orcid.org/0000-0002-2044-8019)

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

E-mail: parasitdad@gmail.com

How to Cite

Kryvoruchenko, D. (2022). Biochemical indicators of serum of dogs with dirofilariasis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 164–170. doi: 10.31210/visnyk2022.01.21

Dirofilariasis is a widespread anthrozoan disease of carnivores, as well as humans, which are caused by nematodes belonging to the suborder Filariata, family Onchocercidae, genus Dirofilaria. In case of dirofilariasis, the symptoms are initially nonspecific and may be absent for a long time. The degree of manifestation of clinical signs depends on the type of dirofilaries, the degree of intensity of the invasion, the individual susceptibility of the animal, the anatomical location of helminths, secondary changes in the organs. The aim of the study was to establish changes in biochemical parameters in the serum of dogs with parasitism D. immitis, taking into account the intensity of microdirofilariasis invasion. It was found that with the intensity of microdirofilariasis invasion up to 20 larvae in 1 cm³ of dog blood significant changes in the content of total protein, albumin, total bilirubin, creatinine, urea, glucose, phosphorus, potassium, calcium, alkaline phosphatase activity, ALT, AST, GGT not found. At the intensity of microdirofilariasis invasion of 20–40 larvae/cm³ in the serum of infected dogs, an increase in ALT activity by 34.68 % (p<0.05), GGT by 26.75 % (p<0.05) and alkaline phosphatase by 28.11 % (p<0.05). At the same time, the content of total bilirubin increased by 43.73 % (<0.05), creatinine by 18.64 % (p<0.01) and urea by 59.63 % (p<0.001). At the intensity of microdirofilariasis invasion of 40–60 larvae/cm³ in the serum of infected dogs found more significant changes in biochemical parameters, characterized by an increase in the activity of ALT by 54.12 % (p<0.01), AST by 34.84 % (p<0.001), GGT by 35.81 % (p<0.001), alkaline phosphatase 1.79 times (p<0.001), a decrease in total protein by 21.97 % (p<0.001), glucose by 15.09 % (p<0.05), an increase in albumin content by 23.34 % (p<0.01), total bilirubin 2.38 times (p<0.01), creatinine 1.77 times (p<0.01), urea 3.24 times (p<0.001) and potassium 13.94 % (p<0.05). At the intensity of microdirofilariasis invasion more than 60 larvae/cm³, in the serum of infected dogs found a significant (p<0.001) increase in ALT activity by 3.06 times, AST – 1.74 times, GGT – 1.93 times and alkaline phosphatase – 2.14 times, a decrease in total protein by 34.97 % (p<0.001), glucose by 24 % (p<0.001) and an increase in albumin by 27.56 % (p<0.01), total bilirubin 2.9 times (p<0.001), creatinine 2.19 times (p<0.001), urea 5.46 times (p<0.001), potassium by 20.03 % (p<0.01). The obtained data will allow more effective treatment of dogs with dirofilariasis disease, taking into account the indicators of their infestation with microfilaries.

Key words: dogs, dirofilariasis, serum, intensity of invasion, biochemical parameters

БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СІРОВАТКИ КРОВІ СОБАК ХВОРИХ НА ДИРОФІЛІАРИОЗ

Д. О. Криворученко

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Дирофіліаріоз відносять до широко розповсюдженого антропоозоозного захворювання м'ясоїдних тварин, а також людини, збудниками якого є нематоди, що належать до підряду Filariata, родини Onchocercidae, роду Dirofilaria. За дирофіліаріозу симптоми на початковому етапі неспецифічні й можуть бути взагалі відсутні впродовж тривалого періоду. Ступінь прояву клінічних ознак залежить від виду дирофіліарії, ступеня інтенсивності інвазії, індивідуальної сприйнятливості

тварини, анатомічної локалізації гельмінтів, вторинних змін в органах. Метою досліджень було встановити зміни біохімічних показників у сироватці крові собак за паразитування *D. immitis* з урахуванням інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії. Відмічено, що за інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії до 20 личинок в 1 см³ крові собак достовірних змін у вмісті загального білка, альбумінів, загального білірубину, креатиніну, сечовини, глюкози, фосфору, калію, кальцію, активності лужної фосфатази, АлАт, АсАт, ГГТ не встановлено. За інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії 20–40 личинок/см³ у сироватці крові інвазованих собак встановлено зростання активності АлАт на 34,68 % ($p < 0,05$), ГГТ на 26,75 % ($p < 0,05$) та лужної фосфатази на 28,11 % ($p < 0,05$). Одночасно у дослідних собак збільшується вміст загального білірубину на 43,73 % ($p < 0,05$), креатиніну на 18,64 % ($p < 0,01$) та сечовини на 59,63 % ($p < 0,001$). За інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії 40–60 личинок/см³ у сироватки крові інвазованих собак встановлено більш значні зміни з боку біохімічних показників, які характеризуються зростанням активності АлАт на 54,12 % ($p < 0,01$), АсАт на 34,84 % ($p < 0,001$), ГГТ на 35,81 % ($p < 0,001$), лужної фосфатази у 1,79 рази ($p < 0,001$), зниженням вмісту загального білка на 21,97 % ($p < 0,001$), глюкози на 15,09 % ($p < 0,05$), збільшенням вмісту альбумінів на 23,34 % ($p < 0,01$), загального білірубину у 2,38 рази ($p < 0,01$), креатиніну у 1,77 рази ($p < 0,01$), сечовини у 3,24 рази ($p < 0,001$) та калію на 13,94 % ($p < 0,05$). За інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії більше, ніж 60 личинок/см³, у сироватці крові інвазованих собак встановлено достовірне ($p < 0,001$) зростання активності АлАт у 3,06 рази, АсАт – у 1,74 рази, ГГТ – у 1,93 рази та лужної фосфатази – у 2,14 рази, зниженням вмісту загального білка на 34,97 % ($p < 0,001$), глюкози на 24 % ($p < 0,001$) та збільшенням вмісту альбумінів на 27,56 % ($p < 0,01$), загального білірубину у 2,9 рази ($p < 0,001$), креатиніну у 2,19 рази ($p < 0,001$), сечовини у 5,46 рази ($p < 0,001$), калію на 20,03 % ($p < 0,01$). Отримані дані дозволять більш ефективно проводити лікувальні заходи собак за дирофіляріозу з урахуванням показників їх інвазованості мікрофіляріями.

Ключові слова: собаки, дирофіляріоз, сироватка крові, інтенсивність інвазії, біохімічні показники

Вступ

Відомо, що дирофіляріоз поширений на більшості материків земної кулі. Однак основний ареал розповсюдження інвазії припадає на країни з теплим і помірним кліматом та тропічні зони по всьому світу, включаючи південну частину Європи [1–4].

За даними літератури, у собак та інших м'ясоїдних зареєстровано і описано кілька видів дирофілярій, серед яких найбільш поширеним і патогенним є вид *Dirofilaria immitis* Leidy, 1856. Це пов'язане з локалізацією цих паразитів у правому шлуночку серця та легеневих артеріях, що призводить до тяжких розладів всіх систем організму, особливо серцево-судинної, та може викликати загибель тварини [5–7]. Дефінітивними господарями гельмінтів є більше 30 видів тварин (собака, домашня і дика кішка, лисиця, вовк, койот, дінго, ведмідь, панда, бобр, єнот, тхір, носуха, видра і ряд інших ссавців). Сприйнятливі також коні, каліфорнійські морські леви, тюлені, дики птахи, примати, а також людина. Проте, цю групу хазяїв відносять до факультативних, так як в їх організмі гельмінти не досягають статевозрілої стадії [8–11]. Проміжними хазяями за дирофіляріозу є кровосисні комахи – комарі різних родів [12–14].

Науковці свідчать, що у собак за паразитування невеликої кількості особин *D. immitis*, видимих клінічних ознак захворювання не виявлено. І лише за значної інтенсивності інвазії відзначаються різні зміни з боку морфологічних та біохімічних показників крові у хворих тварин. Зокрема, автори виявляють підвищення вмісту білірубину, хлоридів, активності аланінамінотрансферази, зниження вмісту загального білка та альбуміну, підвищення вмісту фосфору. Також виявлено залежність біохімічного профілю сироватки крові собак від тяжкості перебігу дирофіляріозу. Зі збільшенням інтенсивності інвазії відзначається зростання вмісту сечовини та креатиніну [15, 16].

Дослідники зазначають, що у собак із безсимптомним перебігом дирофіляріозу, викликаного *D. immitis*, біохімічні показники сироватки їх крові зазнають незначних змін або залишаються в межах фізіологічної норми. Водночас, у собак із середньою тяжкістю перебігу виявлено підвищення вмісту альбуміну, загального білірубину, активності гаммаглутамінтранспептидази (ГГТП), лужної фосфатази (ЛФ), аспартатамінотрансферази (АСТ), що на думку дослідників, є наслідком токсичного впливу паразитів на клітинні та субклітинні мембрани [17–19].

Отже, біохімічні показники сироватки крові відіграють важливу роль у з'ясуванні взаємовідносин хазяїн-паразит під час інвазування собак *D. immitis*.

Тому, метою досліджень було встановити зміни біохімічних показників у сироватці крові собак за паразитування *D. immitis* з урахуванням інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії. Для досягнення мети вирішували наступні задачі: визначити окремі біохімічні показники сироватки крові собак хворих на дирофіляріоз, викликаний *D. immitis*; встановити вплив показників інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії на біохімічні показники сироватки крові хворих собак.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2018–2021 рр. в умовах приватної ветеринарної клініки «Довіра» (м. Харків) та лабораторії кафедри паразитології Державного біотехнологічного університету.

З метою вивчення змін біохімічних показників сироватки крові за дирофіляріозу собак було сформовано чотири дослідні групи собак віком 3–10 років (інвазовані мікрофіляріями з різною інтенсивністю інвазії та позитивним експрес-тестом на *D. immitis*), а також контрольну групу (клінічно здорові собаки) по 9 голів у кожній. Залежно від інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії в першу дослідну групу були віднесені собаки з П менше, ніж 20 личинок в 1 см³ крові («+»); у другу групу – з П від 20 до 40 личинок/см³ («++»); у третю групу – з П від 40 до 60 личинок/см³ («+++»); у четверту групу – з П більше, ніж 60 личинок/см³ («++++»).

Кров для біохімічних досліджень отримували з поверхневої вени передпліччя або вени сафена у вакуумні пробірки *Vacurette* у кількості 10 мл, зранку перед годівлею. Біохімічні показники сироватки крові досліджували за допомогою напівавтоматичного аналізатора «BTS-350» (Виробник BioSystems, Іспанія) з використанням реактивів фірми ТОВ «СпайнЛаб» (Україна) та Global Diagnostic (США). Підготовку проб і визначення конкретних показників проводили згідно з інструкцією до приладу та реактивів. У сироватці крові визначали: вміст загального білка, альбумінів, загального білірубину, креатиніну, сечовини, глюкози, фосфору, калію, кальцію, активність лужної фосфатази, АлАт, АсАт, ГГТ.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL» шляхом визначення середнього арифметичного (М) та стандартної похибки (m).

Результати досліджень та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, що за інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії «+» достовірних змін у біохімічних показниках сироватки крові собак дослідної і контрольної груп не встановлено (табл. 1).

**1. Біохімічні показники сироватки крові собак
за інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії «+» (М±m, n=9)**

Показники	Інвазовані мікродирофіляріями (дослідна група)	Клінічно здорові (контрольна група)
Загальний білок, г/л	62,78±1,79	63,22±1,90
Альбумін, г/л	33,22±0,43	33,56±1,90
АлАт, МО/л	45,11±6,30	43,33±4,96
АсАт, МО/л	42,33±2,88	40,11±2,68
ГГТ, МО/л	5,24±0,25	4,93±0,43
ЛФ, МО/л	72,33±6,62	68,78±5,80
Загальний білірубін, мкмоль/л	5,11±2,89	4,44±0,60
Креатинін, мкмоль/л	83,78±3,02	77,56±4,50
Сечовина, ммоль/л	3,28±0,14	3,02±0,07
Глюкоза, ммоль/л	5,39±0,29	5,50±0,21
Р, ммоль/л	1,32±0,08	1,37±0,07
К, ммоль/л	4,67±0,27	4,63±0,12
Ca ²⁺ , ммоль/л	2,47±0,06	2,46±0,06

Зокрема, вміст загального білка у собак обох груп коливався в межах від 62,78±1,79 до 63,22±1,90 г/л, альбумінів – від 33,22±0,43 до 33,56±1,90 г/л, загального білірубину – від 4,44±0,60 до 5,11±2,89 мкмоль/л, креатиніну – від 77,56±4,50 до 83,78±3,02 мкмоль/л, сечовини – від 3,02±0,07 до 3,28±0,14 ммоль/л, глюкози – від 5,39±0,29 до 5,50±0,21 ммоль/л, фосфору – від 1,32±0,08 до 1,37±0,07 ммоль/л, калію – від 4,63±0,12 до 4,67±0,27 ммоль/л, кальцію – від 2,46±0,06 до 2,47±0,06 ммоль/л, активності лужної фосфатази – від 68,78±5,80 до 72,33±6,62 МО/л, АлАт – від 43,33±4,96 до 45,11±6,30 МО/л, АсАт – від 40,11±2,68 до 42,33±2,88 МО/л, ГГТ – від 4,93±0,43 до 5,24±0,25 МО/л.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

За інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії «++» у сироватці крові інвазованих собак встановлено достовірне зростання активності АлАт на 34,68 % ($66,33 \pm 7,47$ МО/л, $p < 0,05$), ГГТ на 26,75 % ($6,73 \pm 0,46$ МО/л, $p < 0,05$) та лужної фосфатази на 28,11 % ($95,67 \pm 11,06$ МО/л, $p < 0,05$) порівняно з клінічно здоровими тваринами ($43,33 \pm 4,96$ МО/л, $4,93 \pm 0,43$ МО/л та $68,78 \pm 5,80$ МО/л відповідно) (табл. 2).

2. Біохімічні показники сироватки крові собак за інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії «++» ($M \pm m$, $n=9$)

Показники	Інвазовані мікродирофіляріями (дослідна група)	Клінічно здорові (контрольна група)
Загальний білок, г/л	$58,33 \pm 3,67$	$63,22 \pm 1,90$
Альбумін, г/л	$42,00 \pm 4,28$	$33,56 \pm 1,90$
АлАт, МО/л	$66,33 \pm 7,47^*$	$43,33 \pm 4,96$
АсАт, МО/л	$55,00 \pm 7,32$	$40,11 \pm 2,68$
ГГТ, МО/л	$6,73 \pm 0,46^*$	$4,93 \pm 0,43$
ЛФ, МО/л	$95,67 \pm 11,06^*$	$68,78 \pm 5,80$
Загальний білірубін, мкмоль/л	$7,89 \pm 1,16^*$	$4,44 \pm 0,60$
Креатинін, мкмоль/л	$95,33 \pm 3,70^{**}$	$77,56 \pm 4,50$
Сечовина, ммоль/л	$7,48 \pm 0,58^{***}$	$3,02 \pm 0,07$
Глюкоза, ммоль/л	$5,28 \pm 0,35$	$5,50 \pm 0,21$
Р, ммоль/л	$1,32 \pm 0,08$	$1,37 \pm 0,07$
К, ммоль/л	$4,88 \pm 0,25$	$4,63 \pm 0,12$
Ca ²⁺ , ммоль/л	$2,49 \pm 0,04$	$2,46 \pm 0,06$

Примітки: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ – порівняно з показником у клінічно здорових тварин.

Одночасно у дослідних собак в сироватці крові збільшується вміст загального білірубіну на 43,73 % ($7,89 \pm 1,16$ мкмоль/л, $p < 0,05$), креатиніну на 18,64 % ($95,33 \pm 3,70$ мкмоль/л, $p < 0,01$) та сечовини на 59,63 % ($7,48 \pm 0,58$ ммоль/л, $p < 0,001$) порівняно з аналогічними показниками у собак контрольної групи ($4,44 \pm 0,60$ мкмоль, $77,56 \pm 4,50$ мкмоль та $3,02 \pm 0,07$ ммоль/л).

За інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії «+++» у інвазованих собак встановлено більш значні зміни з боку біохімічних показників їх сироватки крові. Зокрема, зростає активність АлАт на 54,12 % ($94,44 \pm 14,18$ МО/л, $p < 0,01$), АсАт на 34,84 % ($61,56 \pm 7,32$ МО/л, $p < 0,001$), ГГТ на 35,81 % ($7,68 \pm 0,36$ МО/л, $p < 0,001$) та лужної фосфатази у 1,79 рази ($122,89 \pm 12,82$ МО/л, $p < 0,001$) порівняно з клінічно здоровими тваринами (табл. 3).

3. Біохімічні показники сироватки крові собак за інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії «+++» ($M \pm m$, $n=9$)

Показники	Інвазовані мікродирофіляріями (дослідна група)	Клінічно здорові (контрольна група)
Загальний білок, г/л	$49,33 \pm 2,17^{***}$	$63,22 \pm 1,90$
Альбумін, г/л	$43,78 \pm 3,59^{**}$	$33,56 \pm 1,90$
АлАт, МО/л	$94,44 \pm 14,18^{**}$	$43,33 \pm 4,96$
АсАт, МО/л	$61,56 \pm 7,32^{***}$	$40,11 \pm 2,68$
ГГТ, МО/л	$7,68 \pm 0,36^{***}$	$4,93 \pm 0,43$
ЛФ, МО/л	$122,89 \pm 12,82^{***}$	$68,78 \pm 5,80$
Загальний білірубін, мкмоль/л	$10,56 \pm 1,74^{**}$	$4,44 \pm 0,60$
Креатинін, мкмоль/л	$137,11 \pm 18,66^{**}$	$77,56 \pm 4,50$
Сечовина, ммоль/л	$9,77 \pm 1,65^{***}$	$3,02 \pm 0,07$
Глюкоза, ммоль/л	$4,67 \pm 0,21^*$	$5,50 \pm 0,21$
Р, ммоль/л	$1,28 \pm 0,07$	$1,37 \pm 0,07$
К, ммоль/л	$5,38 \pm 0,25^*$	$4,63 \pm 0,12$
Ca ²⁺ , ммоль/л	$2,51 \pm 0,03$	$2,46 \pm 0,06$

Примітки: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ – порівняно з показником у клінічно здорових тварин.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Також у дослідних собак в сироватці крові знижується вміст загального білка на 21,97 % ($49,33 \pm 2,17$ г/л, $p < 0,001$), глюкози на 15,09 % ($4,67 \pm 0,21$ ммоль/л, $p < 0,05$). Одночасно зростає вміст альбумінів на 23,34 % ($43,78 \pm 3,59$ г/л, $p < 0,01$), загального білірубину у 2,38 рази ($10,56 \pm 1,74$ мкмоль/л, $p < 0,01$), креатиніну у 1,77 рази ($137,11 \pm 18,66$ мкмоль/л, $p < 0,01$), сечовини у 3,24 рази ($9,77 \pm 1,65$ ммоль/л, $p < 0,001$) та калію на 13,94 % ($5,38 \pm 0,25$ ммоль/л, $p < 0,05$) порівняно з аналогічними показниками у собак контрольної групи.

За інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії «++++» у сироватці крові інвазованих собак встановлено значні зміни біохімічних показників (табл. 4).

4. Біохімічні показники сироватки крові собак за інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії «++++» ($M \pm m$, $n=9$)

Показники	Інвазовані мікродирофіляріями (дослідна група)	Клінічно здорові (контрольна група)
Загальний білок, г/л	$41,11 \pm 3,56^{***}$	$63,22 \pm 1,90$
Альбумін, г/л	$46,33 \pm 3,27^{**}$	$33,56 \pm 1,90$
АлАт, МО/л	$132,67 \pm 7,94^{***}$	$43,33 \pm 4,96$
АсАт, МО/л	$69,67 \pm 3,73^{***}$	$40,11 \pm 2,68$
ГГТ, МО/л	$9,52 \pm 0,38^{***}$	$4,93 \pm 0,43$
ЛФ, МО/л	$147,00 \pm 10,14^{***}$	$68,78 \pm 5,80$
Загальний білірубін, мкмоль/л	$12,89 \pm 1,01^{***}$	$4,44 \pm 0,60$
Креатинін, мкмоль/л	$169,56 \pm 21,25^{***}$	$77,56 \pm 4,50$
Сечовина, ммоль/л	$16,49 \pm 3,77^{***}$	$3,02 \pm 0,07$
Глюкоза, ммоль/л	$4,18 \pm 0,22^{***}$	$5,50 \pm 0,21$
Р, ммоль/л	$1,13 \pm 0,13$	$1,37 \pm 0,07$
К, ммоль/л	$5,79 \pm 0,29^{**}$	$4,63 \pm 0,12$
Ca ²⁺ , ммоль/л	$2,54 \pm 0,06$	$2,46 \pm 0,06$

Примітки: ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ – порівняно з показником у клінічно здорових тварин.

Так, достовірно ($p < 0,001$) зростає активність АлАт у 3,06 рази ($132,67 \pm 7,94$ МО/л), АсАт у 1,74 рази ($69,67 \pm 3,73$ МО/л), ГГТ у 1,93 рази ($9,52 \pm 0,38$ МО/л) та лужної фосфатази у 2,14 рази ($147,00 \pm 10,14$ МО/л) порівняно з клінічно здоровими тваринами. У собак дослідної групи в сироватці крові знижується вміст загального білка на 34,97 % ($41,11 \pm 3,56$ г/л, $p < 0,001$), глюкози на 24 % ($4,18 \pm 0,22$ ммоль/л, $p < 0,001$) та збільшується вміст альбумінів на 27,56 % ($46,33 \pm 3,27$ г/л, $p < 0,01$), загального білірубину у 2,9 рази ($12,89 \pm 1,01$ мкмоль/л, $p < 0,001$), креатиніну у 2,19 рази ($169,56 \pm 21,25$ мкмоль/л, $p < 0,001$), сечовини у 5,46 рази ($16,49 \pm 3,77$ ммоль/л, $p < 0,001$) та калію на 20,03 % ($5,79 \pm 0,29$ ммоль/л, $p < 0,01$) порівняно з аналогічними показниками у собак контрольної групи.

Відомо, що багато захворювань супроводжуються розвитком інтоксикації, яка характеризується розвитком різних клінічних ознак захворювання. За паразитарних інвазій, зокрема й дирофіляріозу, інтоксикація є однією з провідних ланок патогенезу. Причиною цього є виділення в організм господаря продуктів життєдіяльності паразита, які, з одного боку, мають безпосередню токсичну дію, а з іншого боку вони можуть викликати імунну відповідь організму у вигляді ендотоксикації [20, 21]. Тому, встановлення впливу мікродирофілярій на біохімічні показники сироватки крові собак є актуальним напрямом досліджень.

Проведеними дослідженнями встановлено, що із зростанням показників мікродирофіляріозної інвазії у собак зміни у біохімічних показниках їх сироватки крові стають більш значними. Зокрема, інтенсивність інвазії до 20 личинок/см³ суттєво не впливала на біохімічні показники уражених собак, що підтверджують й інші автори [17, 18].

В подальшому, із зростанням показників інтенсивності інвазії у сироватці крові собак зміни біохімічних показників стають більш суттєвими. Зокрема, за наявності 20–40 личинок/см³ у сироватці крові собак встановлено зростання активності АлАт, ГГТ, лужної фосфатази, вміст загального білірубину, креатиніну та сечовини. За інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії 40–60 личинок/см³ та вище 60 личинок/см³ у сироватки крові інвазованих окрім зазначених змін встановлено зниженням вмісту загального білка і глюкози, а також збільшенням вмісту альбумінів і калію, зростання

активності АсАт. На нашу думку, такі зміни пов'язані із підвищенням білкового метаболізму, як на рівні амінокислотного обміну, так і розпаду. На це вказує підвищення вмісту сечовини – основного метаболіту білкового обміну, а також підвищення активності трансамін – внутрішньоклітинних ферментів, що забезпечують переамінування амінокислот та підтримання їх основного пластичного пулу. Підвищення вмісту альбуміну у хворих собак може бути пов'язане з посиленням транспортної функції альбумінів за дирофіляріозу. Підвищення активності АлАт і АсАт у сироватці крові собак інвазованих мікродирофіляріями вказує на порушення цілісності клітин печінки і серця та відображає ступінь ендогенної інтоксикації при патологічному процесі, викликаному даною інвазією. Отримані нами дані підтверджуються й дослідженнями, проведеними окремими авторами [17–19].

Отримані дані дозволять більш ефективно проводити лікувальні заходи за дирофіляріозу собак з урахуванням показників їх інвазованості мікрофіляріями.

Висновки

Встановлено, що зміни біохімічних показників сироватки крові залежать від показників інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії у собак. За інтенсивності інвазії до 20 личинок/см³ біохімічні показники сироватки крові уражених собак знаходяться в межах фізіологічних параметрів. При зростанні показників інтенсивності мікродирофіляріозної інвазії в сироватці крові хворих собак тяжкість змін наростає і характеризується зростанням активності АлАт (у 1,53–3,06 разів, $p<0,05$... $p<0,001$), АсАт (у 1,53–1,74 разів, $p<0,001$), ГГТ (у 1,37–1,93 разів, $p<0,05$... $p<0,001$), лужної фосфатази (у 1,39–2,14 разів, $p<0,05$... $p<0,001$), зниженням вмісту загального білка (на 21,97–34,97 %, $p<0,001$), глюкози (на 15,09–24 %, $p<0,05$... $p<0,001$), збільшенням вмісту альбумінів (на 23,34–27,56 %, $p<0,01$), загального білірубину (у 1,78–2,9 разів, $p<0,05$... $p<0,001$), креатиніну (у 1,23–2,19 разів, $p<0,01$... $p<0,001$), сечовини (у 2,48–5,46 разів, $p<0,001$), калію (на 13,94–20,03 %, $p<0,05$... $p<0,01$).

Перспективи подальших досліджень. Перспективами подальших досліджень є визначення ефективності різних лікувальних схем за дирофіляріозу собак.

References

1. Genchi, M., Rinaldi, L., Venco, L., Cringoli, G., Vismarra, A., & Kramer, L. (2019). *Dirofilaria immitis* and *D. repens* in dog and cat: A questionnaire study in Italy. *Veterinary Parasitology*, 267, 26–31. doi: 10.1016/j.vetpar.2019.01.014
2. Genchi, C., & Kramer, L. H. (2020). The prevalence of *Dirofilaria immitis* and *D. repens* in the Old World. *Veterinary Parasitology*, 280, 108995. doi: 10.1016/j.vetpar.2019.108995
3. Dantas-Torres, F., & Otranto, D. (2013). *Dirofilaria immitis* in the Americas: a more virulent *Dirofilaria immitis*? *Parasites & Vectors*, 6 (1), 288. doi: 10.1186/1756-3305-6-288
4. Younes, L., Barré-Cardi, H., Bedjaoui, S., Ayhan, N., Varloud, M., Mediannikov, O., Otranto, D., & Davoust, B. (2021). *Dirofilaria immitis* and *Dirofilaria repens* in mosquitoes from Corsica Island, France. *Parasites & Vectors*, 14 (1), 427. doi: 10.1186/s13071-021-04931-y
5. Hoch, H., & Strickland, K. (2008). Canine and feline dirofilariasis: life cycle, pathophysiology, and diagnosis. *Compendium*, 30 (3), 133–141.
6. Maerz, I. (2020). Clinical and diagnostic imaging findings in 37 rescued dogs with heartworm disease in Germany. *Veterinary Parasitology*, 283, 109156. doi: 10.1016/j.vetpar.2020.109156
7. Romano, A. E., Saunders, A. B., Gordon, S. G., & Wesselowski, S. (2021). Intracardiac heartworms in dogs: Clinical and echocardiographic characteristics in 72 cases (2010–2019). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35(1), 88–97. doi: 10.1111/jvim.15985
8. Vezzani, D., Eiras, D. F., & Wisnivesky, C. (2006). *Dirofilaria immitis* in Argentina: historical review and first report of *Dirofilaria immitis* in a natural mosquito population. *Veterinary Parasitology*, 136 (3–4), 259–273. doi: 10.1016/j.vetpar.2005.10.026
9. Tolnai, Z., Széll, Z., Sproch, Á., Szeredi, L., & Sréter, T. (2014). *Dirofilaria immitis*: an emerging parasite in dogs, red foxes and golden jackals in Hungary. *Veterinary Parasitology*, 203 (3–4), 339–342. doi: 10.1016/j.vetpar.2014.04.004
10. Kotwa, J. D., Jardine, C. M., Berke, O., Pearl, D. L., Mercer, N. J., & Peregrine, A. S. (2019). Prevalence and distribution of *Dirofilaria immitis* infection in wild canids in southern Ontario. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, 18, 100349. doi: 10.1016/j.vprsr.2019.100349

11. Sonnberger, K., Fuehrer, H. P., Sonnberger, B. W., & Leschnik, M. (2021). The incidence of *Dirofilaria immitis* in shelter dogs and mosquitoes in Austria. *Pathogens*, 10 (5), 550. doi: 10.3390/pathogens10050550
12. Huang, S., Smith, D. J., Molaei, G., Andreadis, T. G., Larsen, S. E., & Lucchesi, E. F. (2013). Prevalence of *Dirofilaria immitis* (Spirurida: Onchocercidae) infection in *Aedes*, *Culex*, and *Culiseta* mosquitoes from north San Joaquin Valley, CA. *Journal of Medical Entomology*, 50 (6), 1315–1323. doi: 10.1603/me13111
13. Montarsi, F., Ciocchetta, S., Devine, G., Ravagnan, S., Mutinelli, F., Frangipane di Regalbono, A., Otranto, D., & Capelli, G. (2015). Development of *Dirofilaria immitis* within the mosquito *Aedes* (Finlaya) koreicus, a new invasive species for Europe. *Parasites & Vectors*, 8, 177. doi: 10.1186/s13071-015-0800-y
14. Silaghi, C., Beck, R., Capelli, G., Montarsi, F., & Mathis, A. (2017). Development of *Dirofilaria immitis* and *Dirofilaria repens* in *Aedes japonicus* and *Aedes geniculatus*. *Parasites & Vectors*, 10 (1), 94. doi: 10.1186/s13071-017-2015-x
15. Niwetpathomwat, A., Kaewthamasorn, M., Tiawsirisup, S., Techangamsuwan, S., & Suvarnvibhaja, S. (2007). A retrospective study of the clinical hematology and the serum biochemistry tests made on canine dirofilariasis cases in an animal hospital population in Bangkok, Thailand. *Research in Veterinary Science*, 82, 364–369. doi: 10.1016/j.rvsc.2006.09.002
16. Fernandez, N. J., & Kidney, B. A. (2007). Alkaline phosphatase: beyond the liver. *Veterinary Clinical Pathology*, 36, 223–233. doi: 10.1111/j.1939-165X.2007.tb00216.x
17. Sodicoff, C. H. (1995). *Laboratory profiles of small animal diseases: a guide to laboratory diagnosis*. Mosby-Year Book, Missouri.
18. Sevimli, F. K., Kozan, E., Bülbül, A., Birdane, F. M., Köse, M., & Sevimli, A. (2007). *Dirofilaria immitis* infection in dogs: unusually located and unusual findings. *Parasitology Research*, 101 (6), 1487–1494. doi: 10.1007/s00436-007-0665-x
19. Ranjbar-Bahadori, S., Mohri, M., Helan, J. A., Jamshidi, K., & Kashefinejad, M. (2010). Clinico-Pathologic evaluation of the canine heartworm infestation. *Research Journal of Parasitology*, 5, 90–98. doi: 10.3923/jp.2010.90.98
20. Wyszomolek, M. E., Dobrzyński, A., Długosz, E., Czopowicz, M., Wiśniewski, M., Jurka, P., & Klockiewicz, M. (2020). Hematological and biochemical changes in dogs naturally infected with *Dirofilaria repens*. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 590. doi: 10.3389/fvets.2020.00590
21. Bezerra, L. S., Lima, G. R. F., de Araújo, V. M. J., Teixeira, G. G., Coelho, J. M. A., Farzat, F. A., Oliveira, E. S., Pinheiro, V. C., Mendes, A. L. S., Ramires, P., da Silva, I. N. G., Pinheiro, B. Q., & Rodrigues, V. H. V. (2021). Epidemiological, hematological and biochemical profile in dogs with *Dirofilaria* sp. in Ceara. *Research, Society and Development*, 10 (8), e23010817252. doi: 10.33448/rsd-v10i8.17252

Стаття надійшла до редакції: 18.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Криворученко Д. О. Біохімічні показники сироватки крові собак хворих на дирофіляріоз. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 164–170.

© Криворученко Денис Олександрович, 2022



original article | UDC 636.03:579.6:614.9 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.22

THE INFLUENCE OF EPA «PROAKTYVO» AND FA «EMBIOTIK» ON THE LEVEL OF STRENGTH OF THE IMMUNITY OF CALVES

Zh. V. Rybachuk*

ORCID  [0000-0003-2569-6721](https://orcid.org/0000-0003-2569-6721)

A. R. Lisnevskiy

ORCID  [0000-0003-4038-7759](https://orcid.org/0000-0003-4038-7759)

L. V. Bezditko

Palissy National University, Staryi Blvd., 7, Zhytomyr, 10008, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: zhrybachuk@ukr.net

How to Cite

Rybachuk, Zh. V., Lisnevskiy, A. R., & Bezditko, L. V. (2022). The influence of EPA «ProAktyvo» and FA «EMBiotik» on the level of strength of the immunity of calves. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 171–178. doi: 10.31210/visnyk2022.01.22

The article presents the results of the use of enzyme-probiotic additive «ProAktyvo» and feed additive «EMBiotik» for calves aged 3–4 months, which were kept on a livestock farm unfavorable for infectious diseases with respiratory syndrome and without vaccination. It was found that the inclusion in the diet of these animals «ProAktyvo» at a dose of 3–4 grams daily for 21 days caused a tendency to reduce the content of immunoglobulins in serum by 5 % compared to the control group, in particular to 15.7 ± 1 g/l. In calves, a decrease in cough intensity, appetite improvement, chewing gum intensity and hair condition was recorded. At the same time, in the control group, the clinical condition was unchanged or worsened (slight general depression, frequent wet cough). After 21 days of daily use of feed additive «EMBiotik» at a dose of 20 cm³ in 60 % of calves, the content of immunoglobulins in the serum exceeded 11.5 %, 20 % of calves – 50 % maximum physiological limit and 20 % vice versa – 22.2 % was less than the minimum physiological value. In general, the content of immunoglobulins in the serum was significantly ($P \leq 0.05$) higher than in the control group. At the same time, the animals receiving «EMBiotik» had improved digestive function, but the symptoms of inflammation of the upper respiratory tract increased, which necessitated the use of «Trifuzol 1 %» intravenously at a rate of 1 cm³ per 10 kg body weight for 3 consecutive days. After three days of complex therapy, the animals were clinically healthy. It was also found that in the calves of the experimental groups before feeding «ProAktyvo» and «EMBiotik» the content of immunoglobulins was at the same level: 17 ± 1.2 g/l and 16.6 ± 1.5 g/l, respectively. After 21 days of inclusion in the diet of EPA «ProAktyvo» registered their reduction to 15.7 ± 1 g/l. In calves that received «EMBiotik» daily, the content of immunoglobulins significantly ($P \leq 0.05$) increased 1.2 times, which is 4 % higher than the maximum reference values. There was also a significant ($P \leq 0.05$) difference in the content of immunoglobulins in calves of the experimental groups. In particular, the average rate of the group of animals treated with «EMBiotik» was 32.5 % higher than that of calves receiving the enzyme-probiotic additive «ProAktyvo». Thus, the inclusion in the diet of calves of enzyme-probiotic additive «ProAktyvo» and feed additive «EMBiotik» provided improved digestive function and a tendency to reduce («ProAktyvo») or a significant ($P \leq 0.05$) increase ($P \leq 0.05$) increase («EMBiotik») content of immunoglobulins in the blood serum of calves aged 3–4 months.

Key words: «ProAktyvo», «EMBiotik», calves, immunoglobulins, immunity, hay fever, Trifuzol 1 %.

ВПЛИВ ФПД «ПРОАКТИВО» ТА КД «ЕМБІОТИК» НА РІВЕНЬ НАПРУЖЕНОСТІ ІМУНІТЕТУ ТЕЛЯТ

Ж. В. Рибачук, А. Р. Лісневський, Л. В. Бездітко

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

В статті представлені результати використання ферментно-пробіотичної добавки «ПроАктиво» та кормової добавки «ЕМБіотик» телятам віком 3–4 місяці, які утримувались на тваринницькій фермі, і неблагополучній щодо інфекційних хвороб із респіраційним синдромом та без проведення вакцинації. Встановлено, що включення до раціону вказаних тварин «ПроАктиво» у дозі 3–4 грами щоденно протягом 21 доби обумовило тенденцію щодо зменшення вмісту імуноглобулінів в сироватці крові на 5 % у порівнянні з показниками контрольної групи, зокрема до $15,7 \pm 1$ г/л. При цьому у телят реєстрували зменшення інтенсивності кашлю, покращення апетиту, інтенсивності жуйки та стану шерсті. Водночас у контрольної групи, клінічний стан був без змін або погіршувався (незначне загальне пригнічення, частий вологий кашель). Через 21 добу щоденного використання кормової добавки «ЕМБіотик» у дозі 20 см^3 у 60% телят вміст імуноглобулінів у сироватці крові перевищував на 11,5 %, у 20 % телят – на 50 % максимальну фізіологічну межу та у 20% навпаки – на 22,2 % був меншим мінімального фізіологічного показника. Загалом вміст імуноглобулінів у сироватці крові був достовірно ($P \leq 0,05$) більшим у порівнянні з показником контрольної групи. При цьому у тварин, які отримували «ЕМБіотик», покращувалась функція травної системи, але симптоми запалення верхніх дихальних шляхів наростали, що обумовило необхідність використання препарату «Трифюзол 1 %» внутрішньовенно із розрахунку 1 см^3 на 10 кг маси тіла, 3 доби поспіль. Через три доби комплексної терапії тварини були клінічно здоровими. Також встановлено, що у телят дослідних груп перед згодовуванням «ПроАктиво» та «ЕМБіотик» вміст імуноглобулінів був на одному рівні: $17 \pm 1,2$ г/л та $16,6 \pm 1,5$ г/л відповідно. Через 21 добу включення до раціону ФПД «ПроАктиво» реєстрували їх зменшення до $15,7 \pm 1$ г/л. У телят, які щоденно отримували «ЕМБіотик» вміст імуноглобулінів достовірно ($P \leq 0,05$) збільшився у 1,2 рази, що на 4 % перевищувало максимальні референтні значення. Також зареєстровано достовірну ($P \leq 0,05$) різницю вмісту імуноглобулінів у телят дослідних груп. Зокрема, середньостатистичний показник групи тварин, якій застосовували «ЕМБіотик», був на 32,5 % більшим відносно телят, які отримували ферментно-пробіотичну добавку «ПроАктиво». Отже, включення до раціону телят ферментно-пробіотичної добавки «ПроАктиво» та кормової добавки «ЕМБіотик» забезпечував покращення функціонування травної системи та тенденцію щодо зменшення («ПроАктиво») чи достовірне ($P \leq 0,05$) збільшення («ЕМБіотик») вмісту імуноглобулінів у сироватці крові телят віком 3–4 місяці.

Ключові слова: «ПроАктиво», «ЕМБіотик», телята, імуноглобуліни, імунітет, сінна паличка, Трифюзол 1 %.

Вступ

Протягом останніх десятиліть проводиться дослідження щодо вивчення впливу корисної мікрофлори на організм тварин та людини [1, 5, 8, 9, 13–15, 18, 19].

Особливості використання пробіотичних препаратів жуйним очевидні через особливості травлення. Так рубець в переважній кількості населяють целюлозолітичні бактерії (Fibrobacter, Ruminococcus, Butyrivibrio і Bacteroides), які забезпечують ферментацію полісахаридів, як наслідок – синтез мікробного білка [12, 22, 3], стабілізують рН рубця та рівень лактату [14].

За даними авторів Stover M. G. et al. (2015) мікробний пейзаж рубця повинен бути оптимальний для забезпечення ефективного перетравлення кормів, а відповідно і здоров'я жуйних тварин. Є повідомлення про різний склад мікробіоценозу передшлунків жуйних, на який мають вплив вік, стан здоров'я та фактори навколишнього середовища. Тому вивчення впливу пробіотиків для жуйних є актуальним питанням для тваринників і лікарів ветеринарної медицини. Адже введення до раціону цієї групи біопрепаратів має відновити оптимальний мікробіом травної системи та, як наслідок, сформувати несприятливі умови для розвитку патогенної мікрофлори [1, 10, 15, 21].

Крім того Wen-Chin Lin із співавторами (2020) у науковій статті «Аутохтонні молочнокислі бактерії, виділені із фекалій молочних корів, що демонструють багатообіцяючі пробіотичні властивості та антибактеріальну активність in vitro проти харчових патогенів у великої рогатої худоби» повідомляють про перспективи використання деяких штамів Lactobacillus (Lactobacillus

gasseri, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus salivarius*, виділених із фекалій корів) з метою реколонізації шлунково-кишкового тракту дійних корів з метою пригнічення патогенної мікрофлори.

Опубліковано дані, що пробіотики є препаратами, які містять не патогенні мікроби і використовуються із користю для здоров'я [4, 6, 18] відновлюючи мікробіом травної системи, та чинять імуномодуючу дію за рахунок стимуляції секреції цитокінів та Ig A в слизовій оболонці кишечника [14].

Доведено, що антагоністичні властивості до патогенів проявляють спороутворюючі бактерії роду *Bacillus*, які виділено із різних біотопів (організму тварин і комах, поверхні рослин) із яких найкраще вивченими є види *Bacillus subtilis* та *B. licheniformis* [2, 9, 16].

Зокрема, *B. subtilis* є аеробами, утворюють спори є розповсюдженими у навколишньому середовищі, що забезпечує постійне надходження із кормом в організм тварин, тому ці бактерії у великих кількостях постійно виявляють у фекаліях усіх видів тварин, хоча у тонкому відділі кишечника молекулярний кисень наявний в незначних кількостях, а в товстому відсутній [3].

Доведено, що *B. subtilis* ВКМ У-2287 пригнічує ріст протей, стафілококів, кишкової палички, клебсієлл, цитробактер, ентеробактерій, дріжджових грибів, аеромонас. Крім того «сінна паличка» у формі ендоспори здатна синтезувати антибіотики. Після надходження в організм із спорової форми (пробіотик у лікарській формі порошок) трансформується у вегетативну в ротовій порожнині, тонкому і товстому кишечнику, розмножуються та продукують БАР, які пригнічують ріст і розвиток патогенів та сприяють відновленню чисельності популяцій лакто- та біфідобактерій, бактерій групи кишкової та інших мікроорганізмів, які формують «здоровий» мікробіоценоз шлунково-кишкового тракту.

Протигрибковий фермент продукує *B. licheniformis* [7].

Тобто зважаючи на опубліковані наукові дослідження щодо впливу пробіотиків на організм жуйних тварин та умов утримання і годівлі формується концепція необхідності і актуальності включення їх до раціону. Зважаючи на особливості функціонування травної системи у телят у постмолочний період та різний склад і якість пробіотичних кормових добавок потребує вивчення їхнього впливу на організм телят, що є практично цінним для тваринників та спеціалістів ветеринарної медицини.

Мета роботи – виявити зміни вмісту імуноглобулінів в сироватці крові телят віком 3 – 6 місяців за використання у складі раціону пробіотичних кормових добавок «ПроАктиво» та «ЕМБіотик».

Матеріали і методи досліджень

Для проведення досліджень, із клінічно здорових телят були сформовані три групи телят віком три – чотири місяці по 5 тварин у кожній (дві – дослідні, одна – контрольна). Підбір тварин проводили за принципом аналогів. Годівля та утримання тварин дослідних та контрольної груп були ідентичними протягом усього періоду проведення дослідів, але тваринам дослідних груп перорально, щоденно, 1 раз на добу, протягом 21 доби задавали або 3–4 грами ферментно-пробіотичної добавки (ФПД) «ПроАктиво» (перша група телят), або заливали із шприца 20 см³ кормової добавки «ЕМБіотик» (друга група телят). Для контролю ефективності у телят контрольної та дослідної груп відбирали кров з метою визначення вмісту імуноглобулінів. При проведенні роботи були використані біохімічні та статистичні методи дослідження.

Результати досліджень та їх обговорення

Фактором гуморального захисту макроорганізму є імуноглобуліни. У сироватці крові дорослої здорової людини 65 % – це альбуміни, які синтезуються лише у печінці та 35 % – це імуноглобуліни.

Загалом молекула антитіла виконує дві функції: розпізнавання антигену та друга – з'єднання із специфічним антигеном.

Особливості будови молекули антитіла забезпечує їх оптимальному функціонуванню (розпізнавальну і утворення комплексів із антигеном).

Імуноглобуліни синтезуються лімфатичними клітинами. При деяких ураженнях цих клітин в крові та сечі накопичується велика кількість так званих мієломних імуноглобулінів, які, на відміну від імуноглобулінів здорового організму, однорідні за складом.

За характером впливу на антиген розрізняють:

- Аглютиніни – антитіла, що зумовлюють аглютинацію мікроорганізмів;

- лізини та опсоніни – антитіла, що сприяють їхньому руйнуванню;
- преципітини – антитіла, що осаджують білкові речовини у розчинах; антитоксини та інші.

Тому багато науковців вважають, що про-, пребіотики є надійними засобами профілактики і лікування гастроентерологічних захворювань та підвищення імунітету [1–3, 6–9, 17–19].

Проведеними дослідженнями встановлено, що через 21 добу відбулася зміна показників вмісту імуноглобулінів в сироватці крові телят дослідної (які отримували ФПД «ПроАктиво») та контрольної (без пробіотиковмісної лікарської форми) і показники у розрізі груп мали широкий діапазон (рис. 1).



Рис. 1. Вміст імуноглобулінів у сироватці крові телят контрольної групи

Загальний вміст антитіл у 80 % тварин контрольної групи був від 13,5 г/л до 16,8 г/л, що менше нижньої фізіологічної межі (18 г/л). Тобто імунний статус у цих тварин був майже ідентичним. Показники лише одного теляти перевищували на 27 % середньостатистичний показник дослідної групи і на 1,2 г/л верхню фізіологічну межу, яка становить 20 г/л.

У 80 % телят, які отримували 21 добу у складі раціону ферментно-пробіотичну добавку «ПроАктиво», реєстрували показники, які були нижчими за фізіологічно мінімальний і були від 11,8 г/л до 17,3 г/л.

Вважаємо, що ці дані свідчать про зменшення антигенного навантаження на імунну систему тварин дослідної групи, що пояснюється мікробіологічною та адсорбційною складовими ФПД. Зокрема Fuller R. (1984) установив, що за рахунок адгезивних властивостей і специфічних рецепторів епітеліоцитів, індигенна флора формує достатньо щільну біоплівку на поверхні слизових, яка запобігає прикріпленню сторонніх бактерій. При цьому, чим специфічніші і надійніші ліганд-рецепторні зв'язки представників нормофлори, тим важче екзогенним бактеріям прикріпитися в цій ділянці. А штами *Bacillus subtilis* AX20, *B. licheniformis* EA22 та *Enterococcus faecium*, які є складовими ФПД, є представниками цієї індигенної мікрофлори. У вказаних штамів *Bacillus* відсутня патогенність та наявна здатність продукувати антибіактеріальні і притигрибкові речовини [7].

Білкове голодування тварин ми виключили, оскільки телята були забезпечені повноцінним раціоном, і клінічний стан значно покращився після 21 добового згодовування «ПроАктиво»: шерсть стала більш блискучою, тварини активніше поїдали корм та мали триваліший процес жуйки в порівнянні із телятами контрольної групи.

Бактеріологічна, ферментна та адсорбційна складові апробовуваної ферментно-пробіотичної добавки обумовлювали полівекторну дію в шлунково-кишковому тракті, що призвело до зменшення надходження антигенів у кров тварини.

Загалом зареєстрували тенденцію зменшення на 5% вмісту імуноглобулінів в сироватці крові телят дослідної групи в порівнянні із телятами контрольної (рис. 2).

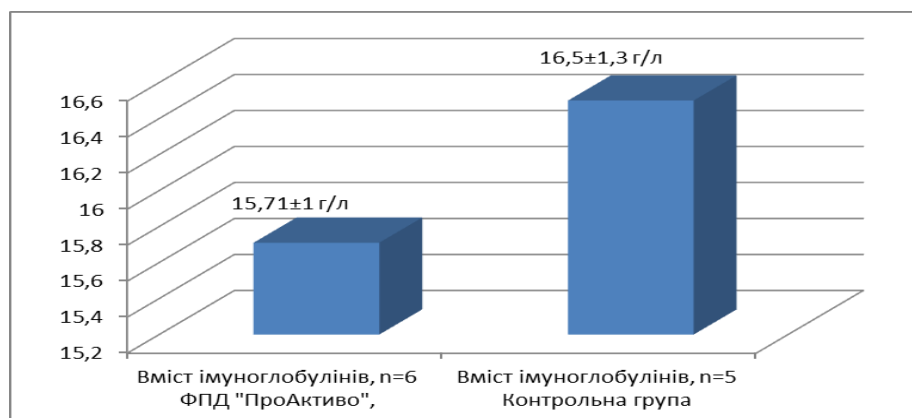


Рис. 2 Вміст імуноглобулінів у сироватці крові телят через 21 добу згодовування ФПД «ПроАктиво»

Слід зауважити, що у телят перед початком досліджу реєстрували частий кашель і мляве поїдання люцернового сіна. Через 21 добу згодовування ФПД реєстрували лише поодинокі випадки кашлю у телят дослідної групи та погіршення клінічного стану телят контрольної групи (сильний і частий кашель, незначне загальне пригнічення, рідка жуйка). Температура тіла у телят обох груп була у фізіологічних межах.

Отже, щоденне згодовування «ПроАктиво» телятам у дозі 3–4 грами забезпечує покращення поїдання корму і зовнішній вигляд шерсті та зменшення клінічного прояву запалення дихальних шляхів і вмісту імуноглобулінів у сироватці крові дослідних тварин на 5 %.

Також проведено вивчення впливу кормової добавки «ЕМБіотик» на вміст імуноглобулінів у сироватці крові телят. Було встановлено, що через 21 добу щоденного задавання пробіотиковмісної рідини їх вміст суттєво відрізнявся від показників контрольної (рис. 3).

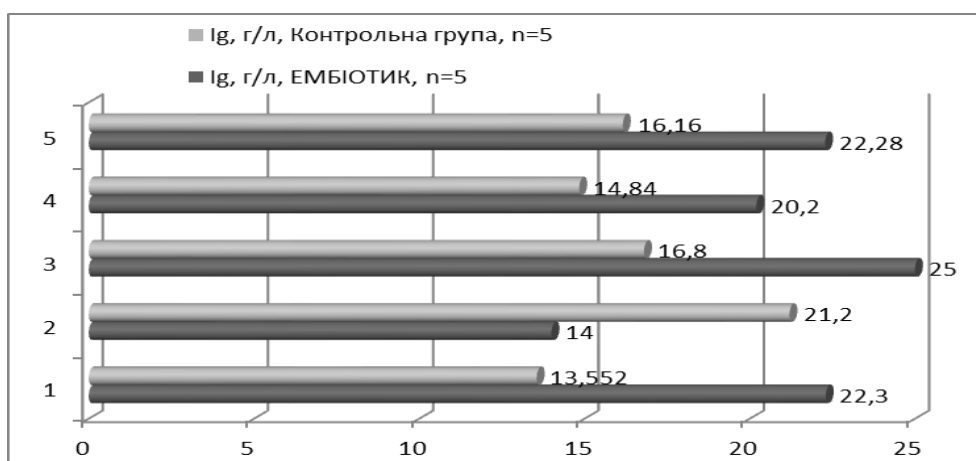


Рис. 3. Рівень імуноглобулінів за використання КД «ЕМБіотик»

У тварин, яким не згодовували «ЕМБіотик» вміст Ig у 4 телят був меншим нижньої фізіологічної межі на 7–25%, а у однієї тварини перевищувало лімітований показник на 6 %.

Вважаємо, що занижені показники імуноглобулінів можуть бути обумовлені послабленою імунною відповіддю за рахунок наявності в організмі імунодепресивних речовин, а збільшення – про розвиток інфекційного процесу. Адже такі тварини мали пригнічений загальний стан, частий вологий кашель, мляво поїдали корм, а шерсть була тусклою.

60 % телят (3 тварини) дослідної групи мали рівень імуноглобулінів, який перевищував верхню фізіологічну межу на 11,5 % (на 2,3 г/л), 20 % (1 тварина) – на 50 % (на 10 г/л), а у 20 % телят (одна тварина) – менше мінімально допустимого показника на 22,2 % (на 4 г/л).

Тобто, через 21 добу у сироватці крові тварин дослідної групи ми реєстрували достовірне ($P \leq 0,05$) збільшення вмісту імуноглобулінів в порівнянні із показником контрольної групи.

Вважаємо, що збільшення вмісту імуноглобулінів у сироватці крові телят та наявність симптомів запалення дихальної системи, свідчать про розвиток активної імунної відповіді. Тому нами в подальшому було використано внутрішньовенно препарат «Трифузол 1%» із розрахунку 1 см³ на 10 кг маси тіла, 3 доби поспіль. Вже після першої доби ми реєстрували поліпшення апетиту, зменшення інтенсивності кашлю, а через три доби – хрипи у дихальних шляхах зникли. Зважаючи на фармакологічні дії (протівірусну, антиоксиданту, імуностимулюючу) застосовуваного препарату, зробили припущення про циркуляцію вірусу серед поголів'я великої рогатої худоби ферми, адже вакцинацію поголів'я від ПГ-3, ринотрахеїту та інших вірусних хвороб, які вражають дихальну систему, у господарстві не здійснювали.

Отже, щоденне використання у складі раціону кормової добавки «ЕМБіотик» поліпшує імунну відповідь на антигени, які надходять до організму інгаляційно.

Зважаючи на неоднозначні показники загального вмісту імуноглобулінів у сироватці крові телят дослідних груп (які отримували пробіотиковмісні кормові добавки) щодо показників контрольної групи ми провели аналіз отриманих показників до та через 21 добу у тварин дослідних груп (таб. 1).

1. Вміст імуноглобулінів у сироватці крові телят за використання «ПроАктивно» та «ЕМБіотиК», М±m, г/л

Термін визначення вмісту імуноглобулінів:	Вміст імуноглобулінів за використання препаратів:		
	ПроАктивно, n=6	ЕМБіотику, n=5	фізіологічні межі
до застосування	17±1,2	16,6±1,5*	18–20
через 21 добу	15,7±1*	20,8±1,8*	18–20

Примітки: * – $P \leq 0,05$.

До застосування кормових добавок у сироватці крові телят був майже однаковим, але меншим за нижню фізіологічну межу. Через 21 добу згодовування пробіотиковмісних лікарських форм середній рівень імуноглобулінів став меншим на 1,3 г/л у дослідній групі, якій використовували ФПД «ПроАктивно». У телят, які щоденно отримували «ЕМБіотик» вміст імуноглобулінів достовірно ($P \leq 0,05$) збільшився у 1,2 рази, що на 4 % перевищували максимальні референтні значення.

Порівнюючи показники вмісту імуноглобулінів дослідних груп, зареєстровано достовірну ($P \leq 0,05$) різницю. Так у телят які отримували «ЕМБіотик» вміст імуноглобулінів був більшим на 32,5 % щодо телят, які отримували ферментно-пробіотичну добавку «ПроАктивно».

Вважаємо, що збільшення активності імунної відповіді у телят, які отримували «ЕМБіотик» обумовлена складом кормової добавки. Адже мікроорганізми лікарської форми є у вегетативній формі, тому забезпечує швидко антагоністичну дію щодо патогенів та відновлює мікробний пейзаж шлунково-кишкового тракту, що поліпшує перетравність кормів та їх поїдання. Це підтверджується клінічним проявом покращення функціонування травної системи у телят. Одночасно, зменшуючи надходження патогенів із просвіту травної трубки у кров складові кормової добавки (молочно кислі і азотфіксуючі бактерії, дріжджі, актиноміцети, фотосинтезуючі) не впливають на розвиток збудників інфекційних хвороб у системі дихання. Це сприяє збільшенню активності імунної реакції та відповіді щодо антигенів дихальної системи таких телят. Тобто кормова добавка «ЕМБіотик» надійно забезпечує ксеногенний фактор природної резистентності, що і підтверджується проведеними дослідженнями Рибачук Ж. В., Присяжнюк І. В., Чирта-Синельнік К. О. (2021) [18].

Вбачаємо, що зменшення вмісту імуноглобулінів у сироватці крові телят, які отримували «ПроАктивно», пов'язано із складом ФПД. Зокрема, ферментів, які покращують перетравність клітковини і білка, антибактеріальних та протигрибкових речовин сіної палички, *Vac. licheniformis*, *Enterococcus faecium* та адсорбційних властивостей каолінів. Тобто ферментно-пробіотична добавка проявляє полівекторну дію, яка ґрунтується на антисептичних, адсорбційних та ферментних властивостях.

Висновки

1. Щоденне згодовування телятам ферментно-пробіотичної добавки «ПроАктивно» у дозі 3–4 грами протягом 21 доби забезпечує зменшення клінічного прояву запалення дихальних шляхів та вмісту імуноглобулінів у сироватці крові дослідних тварин на 5 % в порівнянні з тваринами контрольної групи, що обґрунтовує його використання для стимуляції функції травної системи в т.ч. і перетравності корму.

2. Включення у раціон телят віком 3–4 місяці кормової добавки «ЕМБіотик» із розрахунку 20 см³, 1 раз на добу протягом 21 доби, обумовило покращення функціонування травної системи та достовірне ($P \leq 0,05$) збільшення вмісту імуноглобулінів в сироватці крові ($20,8 \pm 1,8$ г/л) в порівнянні із тваринами контрольної групи ($16,5 \pm 1,3$ г/л), що дозволяє рекомендувати його для профілактики та лікування хвороб травлення, і в період формування індигенної мікрофлори шлунково-кишкового тракту телят.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення вмісту імуноглобулінів у сироватці крові телят різновікових груп за використання ФПД «ПроАктиво» та кормової добавки «ЕМБіотик».

References

1. Abt, M. C., & Artis, D. (2009). The intestinal microbiota in health and disease: the influence of microbial products on immune cell homeostasis. *Current Opinion in Gastroenterology*, 25 (6), 496–502. doi: 10.1097/MOG.0b013e328331b6b4
2. Bernaldo Aponte, G., Bada Mancilla, C. A., Carreazo Pariasca, N. Y., & Rojas Galarza, R. A. (2008). Probiotics for treating persistent diarrhoea in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4, CD007401. doi: 10.1002/14651858.CD007401
3. Bindels, L. B., Delzenne, N. M., Cani, P. D., & Walter, J. (2015). Towards a more comprehensive concept for prebiotics. *Nature reviews. Gastroenterology & Hepatology*, 12 (5), 303–310. doi: 10.1038/nrgastro.2015.47
4. Adjei-Fremah, S., Ekwemalor, K., Worku, M., & Ibrahim, S. (2018). Probiotics and Ruminant Health. *Probiotics - Current Knowledge and Future Prospects*. doi: 10.5772/intechopen.72846
5. Floch, M. H., Walker, W. A., Sanders, M. E., Nieuwdorp, M., Kim, A. S., Brenner, D. A., Qamar, A. A., Miloh, T. A., Guarino, A., Guslandi, M., Dieleman, L. A., Ringel, Y., Quigley, E. M. M., & Brandt, L. J. (2015). Recommendations for Probiotic Use – 2015 Update. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 49, 69–73. doi: 10.1097/mcg.0000000000000420
6. Fuller, R., & Cole C. B. (1989). The scientific basis of the probiotic concept in probiotics. In: Stark, B. A., & Wilkinson, J. M. (eds.). (1–14). *Theory and Applications*. Marlow: Chalcombe Publications.
7. Fuller, R. (1984). The importans of epithelial attachment in colonization of the gut by bacteria. *Microbiology Therapy*, 14, 55–58.
8. Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R. B., Flint, H. J., Salminen, S., Calder, P. C., & Sanders, M. E. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11 (8), 506–514. doi: 10.1038/nrgastro.2014.66
9. Hungin, A. P. S., Mulligan, C., Pot, B., Whorwell, P., Agréus, L., Fracasso, P. Lionis, C., Mendive, J., Foy, J.-M. de P., Rubin, G., Winchester, C., & Wit, de N. (2013). Systematic review: probiotics in the management of lower gastrointestinal symptoms in clinical practice - an evidence-based international guide. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 38 (8), 864–886. doi: 10.1111/apt.12460
10. Ley, R. E., Lozupone, C. A., Hamady, M., Knight, R., & Gordon, J. I. (2008). Worlds within worlds: Evolution of the vertebrate gut microbiota. *Nature Reviews Microbiology*, 6 (10), 776–788.
11. Lin, W. C., Ptak, C. P., Chang, C. Y., Ian, M. K., Chia, M. Y., Chen, T. H., & Kuo, C. J. (2020). autochthonous lactic acid bacteria isolated from dairy cow feces exhibiting promising probiotic properties and *in vitro* antibacterial activity against foodborne pathogens in cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 239. doi: 10.3389/fvets.2020.00239
12. Mackie, R., Aminov, B., White, C., & McSweeney, C. (2000). Molecular ecology and diversity in gut microbial ecosystems. *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*, 3, 61–777.
13. Makarenko, V., & Litvinenko, V. (2016). Use Feed Additives Immunobakterin-D At Cultivation Of Calfs. *Naukovi Dopovidi Nacional'nogo Unìversitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannâ Ukraïni*, (3 (60)). doi: 10.31548/dopovidi2016.03.010
14. Ohashi, Y., & Ushida, K. (2009). Health-beneficial effects of probiotics: Its mode of action. *Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaiho*, 80 (4), 361–371. doi: 10.1111/j.1740-0929.2009.00645.x
15. Pokhylko, Y. M., & Kravchenko, N. O. (2018). Recovery and correction of the balance of microbiota of the gastrointestinal tract of rabbits, disabled as resulting from the use of antibiotics. *Bioresursi i Prirodokoristuvannâ*, 10 (3-4). doi: 10.31548/bio2018.03.003

16. Quigley, E. M. (2011). Therapies aimed at the gut microbiota and inflammation: antibiotics, prebiotics, probiotics, synbiotics, anti-inflammatory therapies. *Gastroenterology clinics of North America*, 40(1), 207–222. doi: 10.1016/j.gtc.2010.12.009
17. Raman, M., Ambalam, P., & Doble, M. (2016). *Probiotics and bioactive carbohydrates in colon cancer management*. doi: 10.1007/978-81-322-2586-7
18. Rybachuk, Z. V., Prisyazhnyuk, I. V., & Chirta-Sinelnyk, K. O. (2021). “EMBIOTIC” Ltd. “EM-Ukraine” – an alternative to antibiotic therapy for digestive disorders in calves. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 23 (102), 8–13. doi: 10.32718/nvlvet10202
19. Adjei-Fremah, S., Ekwemalor, K., Worku, M., & Ibrahim, S. (2018). *Probiotics and Ruminant Health. Probiotics - Current Knowledge and Future Prospects*. doi:10.5772/intechopen.72846
20. Stover, M. G., Watson, R. R., & Collier, R. J. (2016). Pre- and probiotic supplementation in ruminant livestock production. *Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics*, 25–36. doi: 10.1016/b978-0-12-802189-7.00002-2
21. Uyeno, Y., Shigemori, S., & Shimosato, T. (2015). Effect of Probiotics/Prebiotics on Cattle Health and Productivity. *Microbes and Environments*, 30 (2), 126–132. doi: 10.1264/jsme2.me14176
22. Zoetendal, E. G., Collier, C. T., Koike, S., Mackie, R. I., & Gaskins, H. R. (2004). Molecular Ecological Analysis of the Gastrointestinal Microbiota: A Review. *The Journal of Nutrition*, 134 (2), 465–472. doi: 10.1093/jn/134.2.465

Стаття надійшла до редакції 19.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Рибачук Ж. В., Лісневський А. Р., Бездітко Л. В. Вплив ФПД «ПроАктиво» та КД «ЕМБіотик» на рівень напруженості імунітету телят. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 171–178.

© Рибачук Жанна Володимирівна, Лісневський Анатолій Русланович,
Бездітко Людмила Володимирівна, 2022



original article | UDC 614.448.57:619:576.895.1 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.23

DISINVASIVE EFFICACY OF THE DOMESTIC DRUG DEZSAN AGAINST EGGS
OF NEMATODES OF THE GENUS *TRICHURIS* ISOLATED FROM SHEEPV. Melnychuk^{1*}ORCID  [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065)V. Yevstafieva¹ORCID  [0000-0003-4809-2584](https://orcid.org/0000-0003-4809-2584)I. Yuskiv²ORCID  [0000-0002-6029-3488](https://orcid.org/0000-0002-6029-3488)O. Zhulinska³ORCID  [0000-0002-0599-2307](https://orcid.org/0000-0002-0599-2307)¹ Poltava State Agrarian University, Skovorody Str., 1/3, Poltava, 36003, Ukraine² Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine³ "Ascania-Nova" Institute of Animal Breeding in the Steppe Regions named after M. F. Ivanov – National Scientific Selection-Genetics Center for Sheep Breeding, Soborna Str., 1, Ascania-Nova, Chaplinka district, Kherson region, 75230, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: melnychuk86@ukr.net

How to Cite

Melnichuk, V., Yevstafieva, V., Yuskiv, I., & Zhulinska, O. (2022). Disinvasive efficacy of the domestic drug Dezsán against eggs of nematodes of the genus *Trichuris* isolated from sheep. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 179–185. doi: 10.31210/visnyk2022.01.23

The paper presents the results of experimental studies to determine the disinvasive efficacy of the chemical chlorine-containing agent of domestic production Dezsán RPF «Brovapharma» (Ukraine). The research was carried out on the basis of the Laboratory of Parasitology of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Examination of Poltava State Agrarian University. Non-invasive and invasive test cultures of eggs of nematodes of the genus *Trichuris* of pathogens of sheep trichuriasis (*Trichuris ovis*, *T. skrjabini* and *T. globulosa*) were used in the experiments. Tests of Dezsán on helminth eggs were performed at concentrations of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 % at exposures of 10, 30 and 60 minutes. Studies have shown that the studied disinfectant has disinvasive properties against non-invasive and invasive test culture of nematode eggs of *Trichuris ovis*, *T. skrjabini* and *T. globulosa*. The unequal resistance of eggs of trichurids of different species to the action of the test agent in experiments in vitro has been proved. Dezsán showed a high level of disinvasive efficiency in relation to non-invasive and invasive test cultures of eggs: *T. ovis* in 1.0–2.0 % concentrations at exposures of 10–60 min (DE – 92.94–100.00 %) and 1.0 and 1.5–2.0 % concentrations at exposures of 30, 60 min and 10–60 min, respectively (DE – 90.63–100.00 %); for test cultures of *T. skrjabini* eggs in 0.5 and 1.0–2.0 % concentrations at exposures of 60 min and 10–60 min, respectively (DE – 91.03–97.44 %) and 1.0–2.0 % concentrations for all exposures (DE – 91.01–100.00 %); for test cultures of *T. globulosa* eggs in 0.5 % and 1.0–2.0 % concentrations at exposures of 30 and 10–60 min, respectively (DE – 91.30–100.00 %) and 1.0 % and 1.5–2.0 % concentrations at exposures of 30–60 min, and 10–60 min (DE – 90.91–100.00 %). It was found that the domestic product Dezsán had a detrimental effect on the eggs of trichurids and led to their death due to the destructive action of the components of the drug on the shell, the embryo of parasites, the caps of eggs of trichurids. The data obtained by us allow us to recommend Dezsán as a disinfectant for the control and prevention of trichuriasis in sheep farms, regardless of the type of helminths that parasitize animals.

Key words: disinvasion, disinvasive efficacy, test culture of eggs, trichurids, Dezsán.

ДЕЗІНВАЗІЙНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРЕПАРАТУ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА ДЕЗСАН ЩОДО ЯЄЦЬ НЕМАТОД РОДУ *TRICHURIS*, ВИДІЛЕНИХ ВІД ОВЕЦЬ

В. В. Мельничук¹, В. О. Євстаф'єва¹, І. Д. Юськів², О. С. Жулінська³

¹ Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

² Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

³ Інститут тваринництва степових районів імені М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» – Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства, с. м. т. Асканія-Нова, Україна

У роботі наведено результати експериментальних досліджень з визначення дезінвазійної ефективності хімічного хлорвмісного засобу вітчизняного виробництва Дезсан НВФ «Бровафарма» (Україна). Дослідження здійснені на базі лабораторії паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету. У дослідках було використано неінвазійні та інвазійні тест-культури яєць нематод роду *Trichuris* збудників трихуридоз овець (*Trichuris ovis*, *T. skrjabini* та *T. globulosa*). Випробування препарату Дезсан на яйцях гельмінтів здійснювали в концентраціях 0,5, 1,0, 1,5 та 2,0 % за експозицій 10, 30 та 60 хвилин. Проведеними дослідженнями встановлено, що досліджуваний дезінфектант володіє дезінвазійними властивостями щодо неінвазійної та інвазійної тест-культури яєць нематод видів *Trichuris ovis*, *T. skrjabini* та *T. globulosa*. Доведено неоднакову стійкість яєць трихурисів різних видів до дії випробовуваного засобу у дослідках *in vitro*. Високий рівень дезінвазійної ефективності препарат Дезсан проявляв відносно неінвазійних та інвазійних тест-культур яєць: *T. ovis* в 1,0–2,0 % концентраціях за експозиції 10–60 хв (ДЕ – 92,94–100,00 %) та 1,0 й 1,5–2,0 % концентраціях за експозиції 30, 60 хв й 10–60 хв відповідно (ДЕ – 90,63–100,00 %); щодо тест-культур яєць *T. skrjabini* в 0,5 й 1,0–2,0 % концентраціях за експозиції 60 хв й 10–60 хв відповідно (ДЕ – 91,03–97,44 %) та 1,0–2,0 % концентраціях за всіх експозицій (ДЕ – 91,01–100,00 %); щодо тест-культур яєць *T. globulosa* в 0,5 % й 1,0–2,0 % концентраціях за експозицій 30 й 10–60 хв відповідно (ДЕ – 91,30–100,00 %) та 1,0 % й 1,5–2,0 % концентраціях за експозицій 30–60 хв, й 10–60 хв (ДЕ – 90,91–100,00 %). Встановлено, що засіб вітчизняного виробництва Дезсан згубно діяв на яйця трихурисів і призводив до їх загибелі за рахунок деструктивної дії складових компонентів препарату на оболонку, сам зародок паразитів, кришечки яєць трихурисів. Отримані нами дані дозволяють рекомендувати Дезсан як дезінвазійний засіб для боротьби та профілактики трихуридоз у вівчарських господарствах незалежно від виду гельмінтів, що паразитують у тварин.

Ключові слова: дезінвазія, дезінвазійна ефективність, тест-культура яєць, трихуриси, Дезсан.

Вступ

Незважаючи на значний асортимент ветеринарних препаратів на сучасному ринку лікарських засобів, інвазійні захворювання сільськогосподарських тварин продовжують набувати все більшого поширення у господарствах як України, так й інших держав світу [1–6]. Не виключенням стали й вівчегосподарства різної форми власності. Серед найбільш поширених паразитарних захворювань овець визнано нематодози шлунково-кишкового каналу [8–9]. Така тенденція пояснюється циклом розвитку більшості нематод, який відбувається прямим шляхом без участі проміжних живителів [10, 11].

Відомо, що найкращими умовами для розвитку ембріональних та постембріональних форм розвитку нематод до інвазійної стадії є поверхневі шари ґрунту, підстилка, підлога, куди збудник потрапляє з фекаліями під час акту дефекації. Вищевказане підтверджується численними дослідженнями науковців, які доводять, що ґрунт є одним з об'єктів навколишнього середовища найбільш схильних до контамінації інвазійними елементами, в тому числі, й яйцями капіляріїд та трихурат [12–16]. Забруднені пропагативними стадіями паразитів об'єкти довкілля мають важливе значення у поширенні та довготривалому зберіганні екзогенних стадій розвитку нематод [17, 18].

З метою ліквідації та попередження забруднення навколишнього середовища інвазійними елементами існує чітко розроблена система оздоровчих заходів, що поєднує дегельмінтизацію тварин та дезінвазію об'єктів довкілля [19, 20]. Як показує досвід, основним та найбільш дієвим серед наявних методів дезінвазії є хімічний, що передбачає застосування препаратів на основі різних хімічних сполук. Згідно літературних даних, найбільш ефективними вважаються полікомпозиційні препарати, що у складі мають декілька активно діючих речовин [21, 22].

Враховуючи вже існуючі дані досліджень, що вказують на стійкість яєць трихурат до дії хімічних засобів, актуальним для науковців, дослідників і фахівців ветеринарної медицини залишається питання пошуку та апробації сучасних дезінвазійних засобів вітчизняного виробництва з метою впровадження їх у виробництво [16, 18].

Тому *метою* нашої роботи було вивчити в лабораторних умовах дезінвазійні властивості полікомпозиційного препарату вітчизняного виробництва Дезсан щодо яєць нематод роду *Trichuris*, паразитуючих у овець.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилися на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету. В якості тест-культур для дослідження дезінвазійних властивостей засобу Дезсан Серія: 001 Експ., виготовлений 17.10.2017 (НВФ «Бровафарма», Україна) використовували тест-культури неінвазійних та інвазійних (попередньо культивували до появи в них інвазійної рухливої личинки) яєць нематод видів яєць *Trichuris ovis*, *T. skrjabini*, *T. globulosa*. Яйця нематод отримували безпосередньо з кінцевих відділів матки самок гельмінтів. Отриману суміш яєць змивали дистильованою водою в окремі чашки Петрі. Препарат випробовували в концентраціях 0,5 %; 1,0 %; 1,5 % та 2,0 % за експозицій 10, 30 та 60 хв.

До попередньо підготовленої суміші яєць нематод додавали такий самий об'єм розчину препарату певної концентрації. Після відповідної експозиції суміш яєць чотириразово відмивали в дистильованій воді. Чашки Петрі із сумішшю яєць гельмінтів поміщали в термостат за температури 27 °C і вели спостереження, розглядали під мікроскопом (× 10, × 40, × 100), відзначали ступінь розвитку яєць, враховуючи зміни оболонки, деформацію зародків та стан розвитку личинок або їх пошкодження.

Дезінвазійну ефективність (ДЕ) розчинів препаратів визначали за формулою :

$$ДЕ = 100 - (Y_1 / Y_2) \times 100, \% = 100, \%$$

де, Y_1 – кількість живих яєць у дослідній культурі;

Y_2 – кількість живих яєць у контрольній культурі.

Оцінку дезінвазійної ефективності проводили за показниками: високий рівень ефективності – 90–100 %, задовільний – 60–89 %, незадовільний – до 60 %.

Мікрофотографування здійснювали за допомогою цифрової камери до мікроскопу Sigeta M3CMOS 14000 14.0 MP (China).

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами досліджень встановлено, що препарат вітчизняного виробництва Дезсан (НВФ «Бровафарма») володіє дезінвазійними властивостями щодо інвазійних та неінвазійних тест-культур яєць нематод *T. ovis*. Так, при вивченні дезінвазійних властивостей встановлено, що найвищу (100,00 %) дезінвазійну ефективність щодо неінвазійної культури яєць нематод *T. ovis* препарат Дезсан показав у концентрації 1,5 та 2,0 % за експозиції 10, 30 та 60 хв (табл. 1).

1. Дезінвазійна ефективність препарату Дезсан щодо яєць нематод *Trichuris ovis* (n=100), %

Тест-культура яєць	Концентрація препарату			
	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %
<i>Експозиція 10 хвилин</i>				
Неінвазійна	81,18	92,94	100,00	100,00
Інвазійна	78,13	83,33	97,92	100,00
<i>Експозиція 30 хвилин</i>				
Неінвазійна	87,06	95,29	100,00	100,00
Інвазійна	79,17	90,63	100,00	100,00
<i>Експозиція 60 хвилин</i>				
Неінвазійна	89,41	98,82	100,00	100,00
Інвазійна	81,25	94,79	100,00	100,00

Встановлено, що використання препарату в 1,0 % концентрації за експозиції 10–60 хв призводило до високого рівня дезінвазійної ефективності (92,94–98,82 %). Задовільний рівень ефективності виявили за використання 0,5 % концентрації препарату за всіх запропонованих експозицій (ДЕ – 81,18–89,41 %).

Аналізуючи показники ефективності засобу Дезсан щодо інвазійної тест-культури яєць трихурисів встановлено, що препарат найвищий рівень дезінвазійної дії (100 %) проявляє в 1,5 % концентрації за експозицій 30 та 60 хв, а також у концентрації 1,5 та 2,0 % за експозиції 10, 30 та 60 хв.

Встановлено, що задовільний рівень дезінвазійної ефективності зафіксовано при дії препарату на яйця трихурисів виду *T. ovis* в 0,5 та 1,0 % концентрації за експозицій 10, 30, 60 хв, та 10 хв відповідно (ДЕ – 78,13 %, 79,17 %, 81,25 % та 83,33 % відповідно). Збільшення експозиції та концентрації засобу підвищувало його показник дезінвазійної ефективності. Так, високий рівень ефективності зареєстровано за використання 1,0 та 1,5 й 2,0 % концентрації засобу й експозиції 30, 60 хв та 10–60 хв відповідно (ДЕ від 90,63 до 100,00 %).

При проведенні визначення дезінвазійної ефективності засобу Дезсан на дослідних тест-культурах яєць нематод виду *T. skrjabini* встановлено, що засіб володіє вираженою дезінвазійною здатністю щодо неінвазійної та інвазійної тест-культури яєць нематод даного виду (табл. 2).

Так за визначення дезінвазійної дії засобу щодо неінвазійних яєць *T. skrjabini* встановлено, що найвищими показниками дезінвазійної активності (ДЕ – 100,00 %) препарат володіє за використання його в 1,0 % концентрації та експозиції 60 хв, а також в 1,5 та 2,0 % концентрації за всіх запропонованих експозицій. Високий рівень дезінвазійної ефективності (91,03–97,44 %) зареєстровано за використання засобу в 0,5 та 1,0 % концентрації за експозиції 60 хв та 10 і 30 хв відповідно. Використання 0,5 % концентрації засобу за експозицій 10 і 30 хв призводило до задовільного рівня дезінвазійної ефективності (ДЕ – 82,05 й 88,46 % відповідно).

**2. Дезінвазійна ефективність препарату Дезсан
щодо яєць нематод *Trichuris skrjabini* (n=100), %**

Тест-культура яєць	Концентрація препарату			
	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %
<i>Експозиція 10 хвилин</i>				
Неінвазійна	82,05	94,87	100,00	100,00
Інвазійна	80,90	91,01	100,00	100,00
<i>Експозиція 30 хвилин</i>				
Неінвазійна	88,46	97,44	100,00	100,00
Інвазійна	83,15	93,26	100,00	100,00
<i>Експозиція 60 хвилин</i>				
Неінвазійна	91,03	100,00	100,00	100,00
Інвазійна	84,27	97,75	100,00	100,00

Вивчаючи дію засобу Дезсан щодо інвазійної тест-культури яєць *Trichuris skrjabini* встановлено, що препарат проявляє найвищі показники дезінвазійної активності (ДЕ – 100,00 %) за використання 1,5 % й 2,0 % концентрацій за всіх експозицій.

Задовільний рівень дезінвазійної ефективності встановлено за використання 0,5 % розчину препарату Дезсан за експозицій 10–60 хв (ДЕ від 80,90 до 84,27 %). В той же час, високий рівень ефективності засобу відносно яєць нематод виду *T. skrjabini* було зареєстровано за використання розчинів 1,0, 1,5 та 2,0 % концентрацій за всіх експозицій (ДЕ від 91,01 до 100,00 %).

Варто відмітити, що позитивну динаміку також було відмічено при використанні препарату Дезсан щодо яєць нематод виду *T. globulosa*. Зокрема, препарат проявляв високий рівень дезінвазійної ефективності щодо неінвазійної культури яєць трихурисів у концентрації 0,5 % за експозицій 30 та 60 хв (ДЕ – 91,30–93,48 %) та в 1,0, 1,5 й 2,0 % концентрації за всіх запропонованих експозицій (ДЕ – 97,53–100,00 %) (табл. 3).

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

3. Дезінвазійна ефективність препарату Дезсан щодо яєць нематод *Trichuris globulosa* (n=100), %

Тест-культура яєць	Концентрація препарату			
	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %
<i>Експозиція 10 хвилин</i>				
Неінвазійна	85,19	97,53	100,00	100,00
Інвазійна	82,95	89,77	100,00	100,00
<i>Експозиція 30 хвилин</i>				
Неінвазійна	91,30	100,00	100,00	100,00
Інвазійна	85,23	90,91	100,00	100,00
<i>Експозиція 60 хвилин</i>				
Неінвазійна	93,48	100,00	100,00	100,00
Інвазійна	87,50	100,00	100,00	100,00

Водночас, використання засобу в 0,5 % концентрації за експозицій 10–60 хв й 1,0 % концентрації за експозиції 10 хв мало задовільний рівень ефективності щодо інвазійної культури інвазійних яєць нематод *T. globulosa* (ДЕ – 82,95–89,77 %). При використанні засобу в 1,0 % концентрації за експозиції до 30–60 хв, та за концентрації 1,5–2,0 % за всіх запропонованих експозицій зафіксовано підвищення рівня дезінвазійної ефективності засобу до високого (ДЕ – 90,91–100,00 %).

Експериментальними дослідженнями встановлено, що використання препарату Дезсан в якості дезінвазійного засобу призводить до загибелі яєць нематод роду *Trichuris*, паразитуючих у овець, як наслідок деструктивної дії складових компонентів препарату на оболонку, кришечки яєць та їх зародки (рис.).

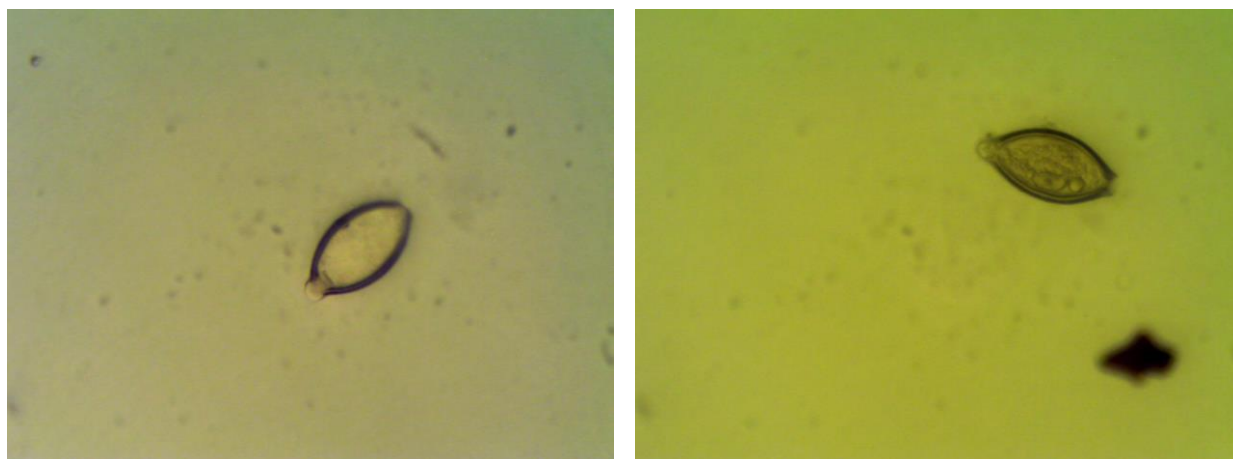


Рис. Деструктивні зміни в яйцях нематод роду *Trichuris*, виділених з гонад самок гельмінтів, після застосування дезінфікуючих засобів (× 100)

Згідно даних літератури, вивченню дезінвазійних та ларвоцидних властивостей дезінфікуючих засобів різного походження присвячена велика кількість робіт дослідників багатьох країн світу, в тому числі й України [3, 23]. Підвищена зацікавленість науковців ветеринарного профілю до роботи із сучасними та перспективними засобами, що володіють овоцидними та ларвоцидними властивостями, свідчить про значне розповсюдження гельмінтозних захворювань тварин, а також про значну контамінацію об'єктів довкілля пропативними стадіями паразитів [17]. В основному, в якості тест-об'єктів для вивчення дезінвазійних властивостей дезінфікуючих засобів дослідники використовували яйця нематод підряду *Ascaridita*, оскільки останні довготривалий час вважалися еталоном стійкості [24]. Проте, на сьогодні доведено високу стійкість не лише тест-культур яєць групи аскаридат, але й інших представників нематод, що підтверджено експериментальним шляхом [16, 22, 25]. Як показує досвід науковців, використання в якості тест-об'єкту екзогенних стадій розвитку збудників, проти яких ведеться боротьба, призводить до правильного підбору засобів та режимів їх застосування. Це дозволяє отримати високу ефективність від проведених заходів. Тому проведені нами експериментальні дослідження є актуальними.

Проведеними дослідженнями встановлено, що дезінвазійні засоби вітчизняного виробництва володіють овоцидними властивостями, що підтверджується працями науковців [26]. Проте, в наших дослідках вперше в Україні в якості тест-об'єкту використано яйця нематод овець трьох видів *T. ovis*, *T. skrjabini* та *T. globulosa*. Визначені та запропоновані режими застосування робочих розчинів препарату відносно екзогенних стадій розвитку нематод даних видів. Таким чином, отримані в дослідках науково обґрунтовані дані мають важливе теоретичне та практичне значення при плануванні й проведенні лікувально-профілактичних заходів за трихуризу овець.

Висновки

За результатами досліджень *in vitro* встановлено, що препарат вітчизняного виробництва Дезсан володіє дезінвазійними властивостями щодо неінвазійних та інвазійних тест-культур яєць нематод видів *Trichuris ovis*, *T. skrjabini* та *T. globulosa*, виділених від овець. Препарат проявляє високий рівень дезінвазійної ефективності щодо неінвазійної культури яєць: *T. ovis* у 1,0–2,0 % концентраціях за експозиції 10–60 хв (ДЕ – 92,94–100,00 %); *T. skrjabini* в 0,5 та 1,0–2,0 % концентраціях за експозиції 60 хв та 10–60 хв відповідно (ДЕ – 91,03–97,44 %); *T. globulosa* в 0,5 % концентрації за експозицій 30 та 60 хв та в 1,0–2,0 % концентраціях за всіх запропонованих експозицій (ДЕ – 91,30–100,00 %). Високоєфективним щодо інвазійної тест-культури яєць препарат виявився щодо яєць: *Trichuris ovis* в 1,0–2,0 % концентраціях за експозицій 30, 60 хв та 10–60 хв відповідно (ДЕ – 90,63–100,00 %); *T. skrjabini* в 1,0–2,0 % концентраціях за всіх експозицій (ДЕ – 91,01–100,00 %); *T. globulosa* в 1,0–2,0 % концентраціях за експозицій 30–60 й 10–60 хв відповідно (ДЕ – 90,91–100,00 %).

Перспективи подальших досліджень. Перспективами подальших досліджень є випробування дезінвазійної ефективності засобу Дезсан у виробничих умовах на різних поверхнях.

References

1. Bhutto, B., Phullan, M. S., Rind, R., & Soomro, A. H. (2002). Prevalence of gastro-intestinal helminths in buffalo calves. *Journal of Biological Sciences*, 2 (1), 43–45. doi: 10.3923/jbs.2002.43.45
2. Velusamy, R., Rani, N., Ponnudurai, G., & Anbarasi, P. (2015). Prevalence of intestinal and haemoprotozoan parasites of small ruminants in Tamil Nadu, India. *Veterinary World*, 8 (10), 1205–1209. doi: 10.14202/vetworld.2015.1205-1209
3. Boyko, O., & Brygadyrenko, V. (2016). The influence of the extent of infestation by helminths upon changes in body weight of sheep in Ukraine *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, Ecology*, 24 (2), 519–523.
4. Singh, R., Bal, M. S., Singla, L. D. & Kaur, P. (2016). Detection of anthelmintic resistance in sheep and goat against fenbendazole by faecal egg count reduction test. *Journal of Parasitic Diseases*, 41 (2), 1–4. doi: 10.1007/s12639-016-0828-8
5. Ola-Fadunsin, S. D., & Ibitoye, E. B. (2017). A retrospective evaluation of parasitic conditions and its associated risk factors in sheep and goats in Osun State, Nigeria. *Sokoto Journal of Veterinary Sciences*, 15 (3), 15–24. doi: 10.4314/sokjvs.v15i3.3
6. Singh, E., Kaur, P., Singla, L. D., & Bal, M. S. (2017). Prevalence of gastrointestinal parasitism in small ruminants in western zone of Punjab, India, *Veterinary World*, 10 (1), 61–66. doi: 10.14202/vetworld.2017.61-66
7. Lindqvist, A., Ljungström, B. L., Nilsson, O., & Waller, P. J. (2001). The dynamics, prevalence and impact of nematode infections in organically raised sheep in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 42, 377–389. doi: 10.1186/1751-0147-42-377
8. Borji, H., Raji, A., & Naghibi, A. (2011). The comparative morphology of *Marshallagia marshalli* and *Ostertagia occidentalis* (Nematoda: Strongylida, Trichostrongylidae) by scanning electron microscopy. *Parasitology Research*, 108, 1391–1395. doi: 10.1007/s00436-010-2186-2
9. Boyko, O. (2015). Helminthofauna of sheep and goats in Dnipropetrovsk region. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, Ecology*, 6 (2), 87–92. doi: 10.15421/021516
10. Zajac, A. M. (2006). Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants: Life Cycle, Anthelmintics, and Diagnosis. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*, 22 (3), 529–541. doi: 10.1016/j.cvfa.2006.07.006
11. Romero, N. C., Mendoza, G. D., Bustamante, L. P., Yanez, S., & Ramirez, N. (2010). Contamination and viability of *Toxocara sp.* in feces collected from public parks, streets and dogs in Tejupilco at the subhumid tropic of Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (23), 2996–2999. doi: 10.3923/javaa.2010.2996.2999

12. Stets, G., & Voloshyna, N. (2016). *Toxocara canis* – bioindicator of parasitic soil contamination of technogenically transformed territories. *The Advanced Science Journal*, 2016 (03), 41–44. doi: 10.15550/ASJ.2016.03.041
13. Roeber, F., Jex, A. R., & Gasser, R. B. (2013). Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advanced molecular tools for exploring epidemiology and drug resistance – An Australian perspective. *Parasites & Vectors*, 6 (1), 153. doi: 10.1186/1756-3305-6-153
14. Melnychuk, V. V., Yuskiv, I. D., & Pishchalenko, M. A. (2020). Ovocidal action of glutaraldehyde and benzalkonium chloride mixture on *Aonchotheca bovis* (Nematoda, Capillariidae) embryogenesis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 11 (2), 175–179. doi: 10.15421/022026
15. Yestafyeva, V., & Natiahla, I. (2017). Study of disinvasive properties of disinfectants to helminth eggs of chickens genus *Capillaria*. *Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University*, 1 (58), 128–132.
16. 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. doi: 10.31210/visnyk2015.03.19
17. Dubná, S., Langrová, I., Jankovská, I., Vadlejcha, J., Pekárb, S., Nápravníka, J., & Fechtner, J. (2007). Contamination of soil with *Toxocara* eggs in urban (Prague) and rural areas in the Czech Republic. *Veterinary Parasitology*, 144(1–2), 81–86. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.09.023.
18. Yevstafieva, V. A., Yuskiv, I. D., & Melnychuk, V. V. (2015). An Investigation of Embryo and Eggshell Development in *Trichuris suis* (Nematoda, Trichuridae) under Laboratory Conditions. *Vestnik Zoologii*, 50 (2), 173–178. doi: 10.1515/vzoo-2016-0020
19. Naidoo, D., Archer, C., Louton, B., & Rodda, N. (2016). Testing household disinfectants for the inactivation of helminth eggs on surfaces and in spills during pit latrine emptying. *Water SA*, 42 (4), 560–570. doi: 10.4314/wsa.v42i4.06
20. Moazeni, M., Saadaty Ardakani, Z. S., Saharkhiz, M. J., Jalaei, J., Khademolhoseini, A. A., Shams Esfand Abad, S., & Mootabi Alavi, A. (2017). In vitro ovicidal activity of Peganum harmala seeds extract on the eggs of *Fasciola hepatica*. *Journal of Parasitic Diseases*, 41 (2), 467–472. doi: 10.1007/s12639-016-0830-1
21. Zhu, L., Dai, J. L., Yang, L., & Qiu, J. (2013). In vitro ovicidal and larvicidal activity of the essential oil of *Artemisia lancea* against *Haemonchus contortus* (Strongylida). *Veterinary Parasitology*, 195 (1–2), 112–117. doi: 10.1016/j.vetpar.2012.12.050
22. Oliveira, G. L., Vieira, T. M., Nunes, V. F., Ruas, M. O., Duarte, E. R., Moreira, D. L., Kaplan, M. A. C., & Martins, E. R. (2014). Chemical composition and efficacy in the egg-hatching inhibition of essential oil of *Piper aduncum* against *Haemonchus contortus* from sheep. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 24(3), 288–292. doi: 10.1016/j.bjp.2014.07.004
23. Remmal, A., Achahbar, S., Bouddine, L., Chami, N., & Chami, F. (2011). In vitro destruction of *Eimeria* oocysts by essential oils. *Veterinary Parasitology*, 182 (2–4), 121–126. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.06.002
24. Brewster, J., Oleszkiewicz, J., Bujoczek, G., Reimers, R. S., Abu-Orf, M., Bowman, D., & Fogarty, E. (2003). Inactivation of *Ascaris suum* eggs in digested and dewatered biosolids with lime and fly ash at bench scale and full scale. *Journal of Environmental Engineering and Science*, 2, 395–400. doi: 10.1139/S03-041
25. Melnychuk, V. V., & Yuskiv, I. D. (2018). Studying of disinvasion action of the disinfectant Virosan for eggs Nematodes genus *Trichuris* parasitizing in sheep. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (88), 16–23. doi: 10.32718/nvlvet8803
26. Berezovskyi, A. V., & Nechiporenko, A. L. (2018). Determination of disinvasion efficiency of a new disinfectant «Dezsán» for poultry eimeria. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (83), 401–404. doi: 10.15421/nvlvet8378

Стаття надійшла до редакції: 21.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Мельничук В. В., Євстаф'єва В. О., Юськів І. Д., Жулінська О. С. Дезінвазійна ефективність препарату вітчизняного виробництва Дезсан щодо яєць нематод роду *Trichuris*, виділених від овець. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 179–185.

*© Мельничук Віталій Васильович, Євстаф'єва Валентина Олександрівна,
Юськів Ігор Дмитрович, Жулінська Оксана Степанівна, 2022*



EPIZOOTIC SITUATION REGARDING CATTLE MASTITISM IN THE CONDITIONS OF THE FARMS OF ASTARTA-KYIV FIRM

V. S. Nesteruk

L. V. Nagorna

ORCID  [0000-0002-6684-2476](https://orcid.org/0000-0002-6684-2476)ORCID  [0000-0001-8307-183X](https://orcid.org/0000-0001-8307-183X)

Sumy National Agrarian University, G. Kondatiev Str., 160, Sumy, 40021, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: lvn_10@ukr.net

How to Cite

Nesteruk, V. S., & Nagorna, L. V. (2022). Epizootic situation regarding cattle mastitism in the conditions of the farms of Astarta-Kyiv firm. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 186–193. doi: 10.31210/visnyk2022.01.24

Despite many years of development and improvement of treatment regimens for mastitis in cows, this pathology is still relevant in the conditions of livestock farms of various production facilities. The dynamics of mastitis is significantly influenced by the body's resistance, timeliness of diagnosis and further treatment. The aim of our work was to establish the prevalence of clinically severe forms of mastitis in cows kept in livestock farms of Poltava, Zhytomyr, Ternopil and Vinnytsia regions, which are part of the company "Astarta-Kyiv". To achieve this goal, the logs of reporting and accounting documentation of farms were analyzed; the percentage of cows incidence of clinical forms of mastitis in the comparative aspect with other nosological units registered in cows was studied; the dependence of the level of morbidity on the regional location of farms has been established. According to the results of research, during 2019–2021, the incidence of clinical forms of mastitis among cows at different stages of lactation averaged 25.92 %. The number of cows diagnosed with clinical forms of mastitis since 2019 has had a clear upward trend and amounted to 22.57 %, 25.82 % and 29.82 %, respectively, in 2019, 2020 and 2021. It was found that in the farms of the north-western regions (Zhytomyr, Ternopil and Vinnytsia regions) the frequency of clinical forms of mastitis in lactating cows was higher than in the farms of Poltava region and amounted to 30.66 %. In the following research years (2020–2021), the tendency to reduce the number of lactating animals in livestock farms in these regions persisted. There was also an excess of cases of diagnosis of clinical forms of mastitis in lactating animals. In the farms of the north-western regions during 2020–2021 these indicators amounted to 38.75 and 35.91 %, while in the farms of Poltava region they amounted to 18.51 and 24.54 %, respectively, for the same study period.

Key words: cattle, clinical forms of mastitis, prevalence, dynamics of manifestation.

ЕПІЗООТИЧНА СИТУАЦІЯ ЩОДО МАСТИТУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВ ТОВ ФІРМА «АСТАРТА-КИЇВ»

В. С. Нестерук, Л. В. Нагорна

Сумський національний аграрний університет, м. Суми Україна

Незважаючи на багаторічну розробку та удосконалення схем лікування маститу у корів, дана патологія не втрачає актуальності в умовах скотарських господарств різних виробничих потужностей. На динаміку перебігу маститу суттєвий вплив має резистентність організму, своєчасність діагностики та подальшого лікування. Метою нашої роботи було встановити поширення клінічно виражених форм маститів у корів, які утримуються в умовах скотарських господарств Полтавської, Житомирської, Тернопільської та Вінницької областей, які входять в структуру ТОВ фірма «Астарта-Київ». Для досягнення мети було проаналізовано журнали звітно-облікової документації господарств; досліджено відсоток захворюваності корів на клінічні форми маститу в

порівняльному аспекті з іншими нозологічними одиницями, які реєструються в корів; встановлено залежність рівня захворюваності від регіонального розташування господарств. За результатами проведених досліджень встановлено, що впродовж 2019–2021 рр. частота прояву клінічних форм маститів серед поголів'я корів на різних стадіях лактації становила в середньому 25,92 %. Кількість корів у яких було діагностовано клінічні форми маститів, починаючи з 2019 р. мала чітку тенденцію до зростання і становила 22,57 %, 25,82 % та 29,82 %, відповідно у 2019, 2020 та 2021 роках. Встановлено, що в господарствах північно-західних областей (Житомирській, Тернопільській та Вінницькій) частота виявлення клінічних форм маститів у лактуючих корів була вищою, ніж в господарствах Полтавської області і становила 30,66 %. В наступні досліджувані роки (2020–2021 рр.), тенденція щодо зниження кількості лактуючих тварин в скотарських господарствах даних областей зберігалася. Також реєстрували перевищення частоти випадків діагностики клінічних форм маститів у лактуючих тварин. В господарствах північно-західних областей впродовж 2020–2021 рр. ці показники становили 38,75 та 35,91 %, в той час як в господарствах Полтавської області вони склали 18,51 та 24,54 % відповідно за аналогічний досліджуваний період.

Ключові слова: велика рогата худоба, клінічні форми маститу, поширення, динаміка прояву.

Вступ

Мастит є актуальною та невирішеною проблемою сучасного молочного скотарства, не залежно від технологічних потужностей господарства, його географічного розташування та породи тварин [1–4]. Подекуди, клінічний та субклінічний мастит охоплює близько 40 % поголів'я корів. На динаміку його перебігу суттєвий вплив спричиняє резистентність організму, своєчасність діагностики та подальшого лікування [4–6]. Сприяючими факторами до поширення клінічних форм маститу в стаді є порушення технології та гігієни доїння, незадовільний санітарний стан у корівниках, неповноцінна незбалансована годівля. В умовах фермерських скотарських господарств не поодинокі випадки наявності корів з непридатною для машинного доїння формою вимені; в подальшому у цих тварин реєструють хронічні мастити різного ступеня тяжкості [7–10].

Економічні збитки від поширення маститу серед поголів'я корів полягають не лише у втраті молочної продуктивності, але й зростанні падежу серед телят, оскільки в молодняка, отриманого від корів, хворих на мастит, в декілька разів частіше реєструють розлади роботи шлунково-кишкового тракту, що провокують зневоднення та подальшу загибель [7, 11, 12].

Мікроорганізми у молочну залозу можуть потрапляти декількома шляхами: завдяки кровотоку з інших уражених органів, за механічних ушкоджень – лімфогенним шляхом, через відкритий дійковий канал – лактогенним шляхом. Інтенсивна колонізація мікроорганізмами секреторних клітин спричиняє до продукування токсинів, які в свою чергу гальмують молокоутворення [13, 14].

Контагіозні мастити передаються під час доїння корів при контакті з предметами, які контаміновані мікроорганізмами *S. aureus*, *S. agalactiae*, *S. disagalactiae* та провокують виникнення субклінічних форм маститів. Не контагіозні мастити виникають при контакті сосків із мікроорганізмами *E. coli*, *S. uberis*, *S. disagalactiae* [4, 6, 15].

До неосновних збудників, які виділяються із молока корів хворих на мастит є коринебактерії, коагулазонегативні стафілококи, нокардії і актіноміцети, псевдомонади, протей та інші. Окремі випадки маститів у корів можуть бути викликані кампілобактеріями, клебсієлами, мікоплазмами, грибами [14–16].

Мастит характеризується порушенням провідності нервів і переходом нервових закінчень в стан парабіозу, втратою ферментативної активності, зниженням утворення окситоцину і вазопресину, зміною обміну речовин і трофіки тканин молочної залози. Запальна гіперемія, яка розвивається в молочній залозі, супроводжується застійними явищами з ексудацією плазми і міграцією формених елементів крові внаслідок підвищення проникності стінок судин. В наслідок цих процесів біля вогнища запалення утворюється демаркаційна лінія. Проникнення мікроорганізмів у вим'я не завжди призводить до виникнення запального процесу, але їх наявність в молочній залозі негативно впливає на регенерацію секреторних клітин. Вітчизняні і зарубіжні дослідники вказують на підвищений вміст соматичних клітин в молоці із чвертей вимені корів яких виділяли патогенні мікроорганізми, що також свідчить про негативний вплив бактерій на молочну залозу, навіть якщо немає явних клінічних ознак маститу [17–22].

Споживання молока, отриманого від корів із субклінічними формами маститу, несе пряму загрозу для здоров'я людини [5, 17].

Виходячи з вищевикладеного, актуальним питанням поліпшення функціонування галузі молочного скотарства є постійне удосконалення та динамічне вивчення питань поширення, лікування та профілактики маститів у лактуючих корів.

Метою нашої роботи було встановити поширення клінічно виражених форм маститів у корів, які утримуються в умовах скотарських господарств Полтавської, Житомирської, Тернопільської та Вінницької областей, які входять в структуру ТОВ фірма «Астарта-Київ».

Для досягнення мети були поставлені наступні *завдання*: проаналізувати журнали звітно-облікової документації господарств; дослідити відсоток захворюваності корів на клінічні форми маститу в порівняльному аспекті з іншими нозологічними одиницями, які реєструються в корів; встановити залежність рівня захворюваності від регіонального розташування господарств.

Матеріали і методи дослідження

Роботу виконували впродовж 2019–2021 років в умовах скотарських господарств Полтавської, Житомирської, Тернопільської та Вінницької областей, які входять в структуру ТОВ фірма «Астарта-Київ». В господарствах утримують поголів'я великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності голштин чорно-рябий. Не залежно від розташування господарства, всіх лактуючих корів утримують прив'язно. Впродовж пасовищного періоду тваринам забезпечується зелений конвеєр за використання травостою з культурних пасовищ, випасання корів не застосовується в жодному з господарств. Концентровані корми та мінеральні добавки – закупаються. Всі господарства є благополучними щодо інфекційних захворювань великої рогатої худоби. В умовах господарств з вирощування корів молочного напрямку продуктивності ТОВ фірма «Астарта-Київ» запроваджена уніфікована система контролю та профілактики патологій молочної залози, яка включає обов'язкове дослідження на субклінічні форми маститів, що проводяться під час контрольних доїнь 2 рази на місяць за використання каліфорнійського тесту [23].

Впродовж досліджуваного періоду, було проаналізовано звітну документацію кожного з господарств щодо виникнення захворювань різної етіології та вибуття продуктивних лактуючих корів зі стада. Діагностика клінічних форм маститів передбачала проведення огляду та пальпації молочної залози, з подальшою візуальною оцінкою її секрету [24]. Контролювали фізіологічний стан корів та їх динаміку продуктивності.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених досліджень встановлено річну динаміку виникнення клінічних форм маститів різної етіології у корів скотарських господарств Полтавської, Житомирської, Тернопільської та Вінницької областей, які входять в структуру ТОВ фірма «Астарта-Київ». Встановлено, що впродовж досліджуваного періоду 2019–2021 рр. частота прояву клінічних форм маститів серед поголів'я корів на різних стадіях лактації становила в середньому 25,92 %. Динаміка прояву клінічних форм маститів в різні роки змінювалася (табл.).

Динаміка захворюваності корів на мастити різної етіології

Рік	Обстежено корів, голів	Виявлено хворих	
		голів	%
2019	6537	1476	22,57
2020	5940	1534	25,82
2021	5796	1703	29,38
Всього за досліджуваний період	18273	3332	18,23

Встановлено, що при загальній тенденції до зменшення поголів'я дійного стада, частота виникнення клінічних форм маститів у корів поступово зростала. У 2019 році частка лактуючих корів, у яких було діагностовано різні форми клінічних маститів від загальної їх кількості становила 22,57 %. Впродовж наступного року при зниженні поголів'я дійного стада до 5940 голів, у 1534 голів було діагностовано клінічний мастит, що на 3,25 % більше, ніж за попередній період.

У 2021 році тенденція до поступового зниження поголів'я корів в господарствах зберігалася, і на тлі цього частка корів, у яких діагностували клінічні форми маститів також зросла. У 2021 році частка хворих тварин становила 29,38 %, що на 3,56 % більше ніж попередній аналогічний період. Протягом трьох років, різні форми клінічних маститів реєстрували у 3332 голів (18,23 %) утримуваного поголів'я.

Для визначення частки патологій молочної залози у структурі захворювань лактуючих тварин, провели порівняльний аналіз діагностованих у поголів'я захворювань і встановили, що мастити різної етіології склали 62 %. Отже, мастит належить до захворювань, частка яких є домінуючою, оскільки лише у 38 % тварин реєстрували інші нозологічні одиниці (рис. 1).

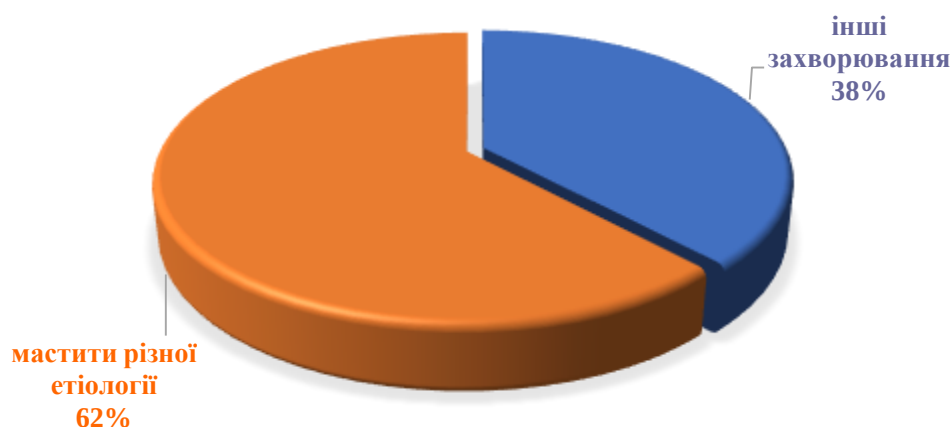


Рис. 1. Структура діагностики різних нозологічних одиниць у дійних корів ТОВ фірма «Астарта-Київ»

Географічне розташування господарств ТОВ фірма «Астарта-Київ» є досить розлогим, проте, значна частина поголів'я дійних корів утримується в господарствах Полтавської області (4326, 3796 та 3329 голів у 2019, 2020 та 2021 роках відповідно). Впродовж 2019–2021 років тенденція щодо концентрації лактуючих корів залишалася незмінною: кількість дійних корів в господарствах Житомирської, Тернопільської та Вінницької областей була нижчою (2211, 2144 та 2467 голів у 2019, 2020 та 2021 роках відповідно (рис. 2, 3, 4).

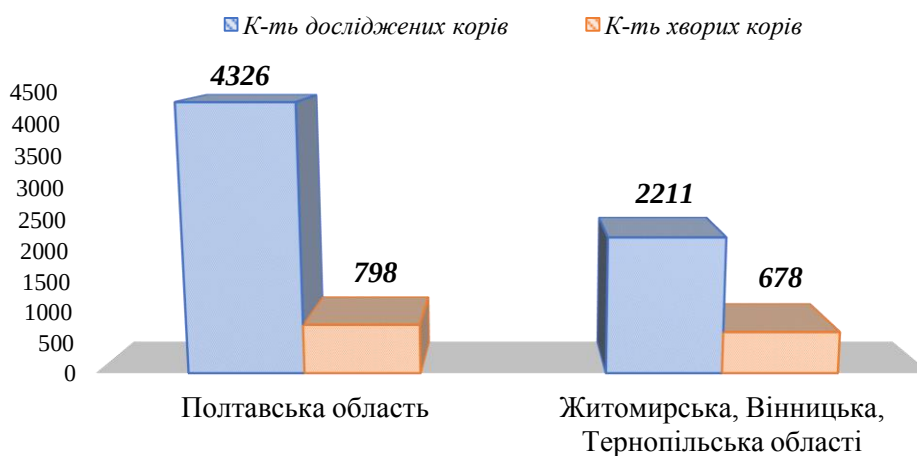


Рис. 2. Структура поголів'я корів та частота виникнення маститів у 2019 році

Аналізуючи представлені на рис. 2 дані слід вказати, що у 2019 році, в господарствах Полтавської області, які входять в структуру ТОВ фірма «Астарта-Київ» кількість утримуваних корів чисельно переважала поголів'я корів у Житомирській, Тернопільській та Вінницькій областях. Водночас, при нижчій чисельності поголів'я (2211 голів), клінічні форми маститів діагностували у 30,66 % тварин. На нашу думку, причиною цього може бути пізня діагностика та виявлення патологій молочної залози, в тому числі й маститу, що призводить до зростання ускладнень при лікуванні та зростанні кількості вибракуваних корів в перші лактації, причиною яких є хронічні патологічні процеси молочної залози. У господарствах північно-західних областей захворюваність на клінічні форми маститу була на 12,21 % вищою.

В наступний рік вказана тенденція зберігалася та навіть частково погіршувалася, оскільки на тлі зниження поголів'я в господарствах північно-західних областей (2144 гол.) кількість корів в клінічними формами маститу зростала (38,75 %) (рис. 3).

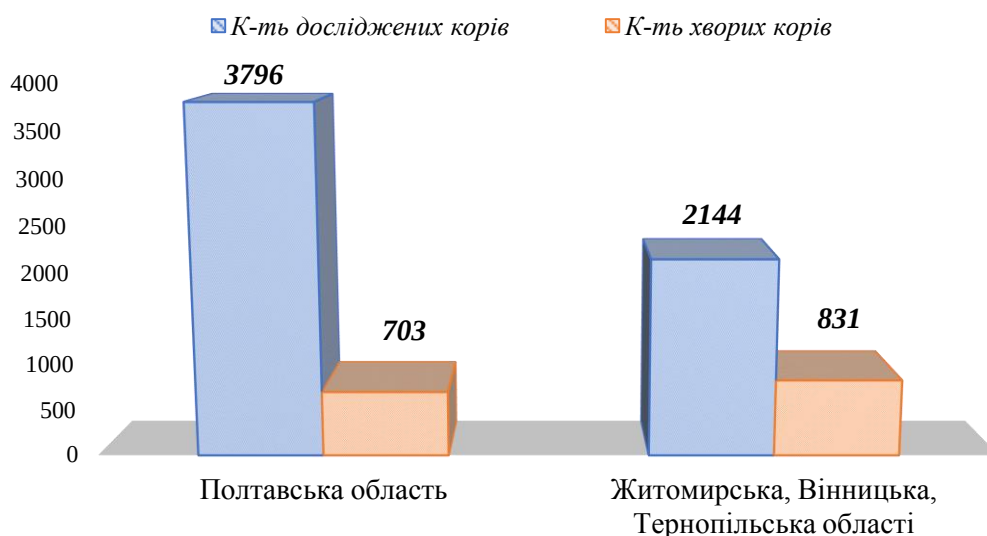


Рис. 3. Структура поголів'я корів та частота виникнення маститів у 2020 році

Водночас, у господарствах Полтавської області також були відмічені негативні тенденції щодо зниження кількості лактуючих корів (3796 та 4326 голів у 2019 та 2020 роках відповідно), проте клінічні форми маститів діагностували у 18,51 % корів. Загалом, впродовж 2020 року клінічні форми маститів у корів, які утримувалися господарствах північно-західних областей діагностували на 20,24 % частіше, ніж в господарствах, які територіально знаходилися в адміністративних межах Полтавської області.

Не дивлячись на уніфіковані заходи щодо контролю здоров'я молочного стада, які запроваджені в усіх господарствах, незалежно від їх географічного розташування, проблема виникнення клінічних форм маститів є актуальнішою саме в господарствах північно-західного регіону (діагностовано мастит впродовж 2020 року у 38,75 % досліджуваного поголів'я). Для порівняння, в господарствах Полтавської області за аналогічний період вказаний показник становив 18,51 %.

У скотарських господарствах ТОВ фірма «Астарта-Київ» впродовж наступного 2021 року продовжили зберігатися тенденції щодо зниження кількості поголів'я лактуючих тварин (рис. 4). Водночас варто вказати, що за вказаний період поголів'я корів загалом в державі знизилася до критичного рівня. Цьому сприяло суттєве зростання вартості кормів зернової групи, а оскільки концентровані корми в господарстві закупаються, то це частково пояснює ситуацію в господарствах.

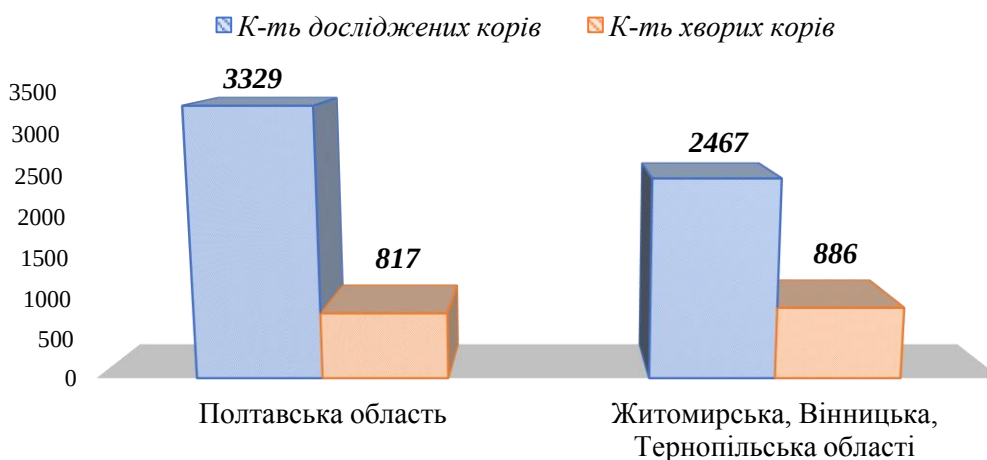


Рис. 4. Структура поголів'я корів та частота виникнення маститів у 2021 році

Аналіз представлених на рис. 4 даних свідчить про чітку тенденцію до зростання поширення клінічних форм маститів у лактуючих корів в господарствах північно-західних областей впродовж

2021 року (35,91 %), порівняно з аналогічним періодом в господарствах Полтавської області (24,54 %), що становить збільшення на 11,37 %.

Аналізуючи співвідношення кількості досліджених за контрольний період (2019–2021 роки) корів та частоту виникнення у них клінічних форм маститів, з урахуванням географічного розташування скотарських господарств встановлено поступове збільшення кількості хворих тварин (рис. 5).

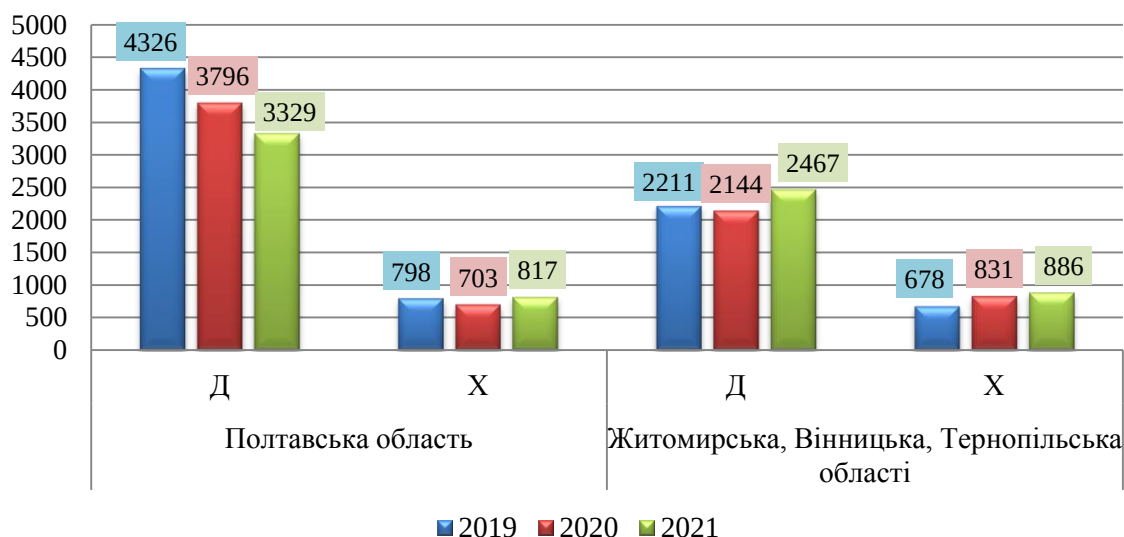


Рис. 5. Динаміка поширення клінічних форм маститу

Зокрема, представлені на рисунку 5 дані свідчать про зростання кількості корів з клінічними формами маститів на тлі постійного поступового зниження поголів'я лактуючих корів. Так в умовах Полтавської області за обраний період поголів'я лактуючих корів знизилося на 23,05 %, поряд з тим кількість хворих на мастит корів поступово збільшується. В той же час в умовах Житомирської, Вінницької та Тернопільської областей навпаки, поголів'я лактуючих корів за аналогічний період збільшилося на 10,38 %, але незважаючи на це, хворих на мастит корів щороку також збільшується.

Висновки

Впродовж досліджуваного періоду 2019–2021 рр. частота прояву клінічних форм маститів серед поголів'я корів на різних стадіях лактації становила в середньому 25,92 %. Кількість корів у яких було діагностовано клінічні форми маститів, починаючи з 2019 р. мала чітку тенденцію до зростання і становила 22,57 %, 25,82 % та 29,82 %, відповідно у 2019, 2020 та 2021 роках.

Встановлено, що в господарствах північно-західних областей (Житомирській, Тернопільській та Вінницькій) частота виявлення клінічних форм маститів у лактуючих корів була вищою, ніж в господарствах Полтавської області і становила 30,66 %. В наступні досліджувані роки (2020–2021 рр.), тенденція щодо зниження кількості лактуючих тварин в скотарських господарствах даних областей зберігалася. Також реєстрували перевищення частоти випадків діагностики клінічних форм маститів у лактуючих тварин. В господарствах північно-західних областей впродовж 2020–2021 рр. ці показники становили 38,75 та 35,91 %, в той час як в господарствах Полтавської області вони склали 18,51 та 24,54 % відповідно за аналогічний досліджуваний період.

Перспективи подальших досліджень. У ході подальших досліджень планується бактеріологічне дослідження секрету молочної залози клінічно здорових та хворих на клінічний і субклінічний мастит корів.

References

1. Harazdiuk, H. V. (2009). Monitoryng mastytiv u koriv u Chernivetskii oblasti. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 10, 16–19 [In Ukrainian].
2. Mazurkevych, A. Y., Hryshchuk A. V., & Hryshchuk I. A. (2017). Mastyt – aktualna problema molochnoho stada. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahrarno-Ekonomichnoho Universytetu*, 3 (45), 82–84. [In Ukrainian].

3. Viniukov, A. O., & Viniukov, O. O. (2018). Chynnyky vplyvu na zakhvoriuvanist koriv na mastyt. *Rozvedennia i Henetyka Tvaryn*, 56, 17–24. [In Ukrainian].
4. Mishchenko, M. D. (2008). Mastyty – diahnostyka, likuvannia, profilaktyka v hospodarstvakh riznoi formy vlasnosti. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 1, 39–40. [In Ukrainian].
5. Mahzounieh, M., Zadfar, G., Maqami, S. G., & Shams, N. (2003). Bacteriological and epidemiological aspects of mastitis in arak area dairy herds (IRAN). *Acta Veterinaria Scandinavica*, 44 (Suppl 1), P 92. doi: 10.1186/1751-0147-44-s1-p92
6. Abebe, R., Hatiya, H., Abera, M., Megersa, B., & Asmare, K. (2016). Bovine mastitis: prevalence, risk factors and isolation of *Staphylococcus aureus* in dairy herds at Hawassa milk shed, South Ethiopia. *BMC Veterinary Research*, 12 (1), 270. doi: 10.1186/s12917-016-0905-3
7. Monistero, V., Barberio, A., Biscarini, F., Cremonesi, P., Castiglioni, B., Graber, H. U., Bottini, E., Ceballos-Marquez, A., Kroemker, V., Petzer, I. M., Pollera, C., Santisteban, C., Veiga Dos Santos, M., Bronzo, V., Piccinini, R., Re, G., Cocchi, M., & Moroni, P. (2020). Different distribution of antimicrobial resistance genes and virulence profiles of *Staphylococcus aureus* strains isolated from clinical mastitis in six countries. *Journal of dairy science*, 103 (4), 3431–3446. doi: 10.3168/jds.2019-17141
8. Viguier, C., Arora, S., Gilmartin, N., Welbeck, K., & O'Kennedy, R. (2009). Mastitis detection: current trends and future perspectives. *Trends in Biotechnology*, 27 (8), 486–493. doi: 10.1016/j.tibtech.2009.05.004
9. Piret, K. (2018). Profilaktyka ta likuvannia mastytiv: estonskyi dosvid *Moloko i Ferma*, 45. Retrieved from: <http://milkua.info/uk/post/profilaktika-ta-likuvanna-mastitiv-estonskij-dosvid-PtU> [In Ukrainian].
10. Khanieiev, V. (2017). Hihiena ta zdorovia vymia u koriv. *Tvarynnytstvo*, 8. Retrieved from: <https://agroexpert.ua/hihiiena-ta-zdorov-ia-vym-ia-u-koriv/> [In Ukrainian].
11. Svirzhevskaya, Ye. D. (2020). Praktychni aspekty vyrishennia problem mastytu u koriv. *BioTestLab*. <https://www.biotestlab.ua/articles/praktichni-aspekti-virishennia-problem-mastitu-u-koriv/> [In Ukrainian].
12. Hogeveen, H., Huijps, K., & Lam, T. J. (2011). Economic aspects of mastitis: new developments. *New Zealand Veterinary Journal*, 59 (1), 16–23. doi: 10.1080/00480169.2011.547165
13. Nahorna, L., & Nesteruk, V. (2020). Analiz etiologichnykh chynnykiv vynyknennia patolohii molochnoi zalozy v umovakh hospodarstv ahropromkholdynhu «Astarta-Kyiv». Materialy vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii molodykh uchenykh: «*Molodi vcheni u rozviazanni aktualnykh problem biolohii, tvarynnytstva ta veterynarnoi medytsyny*». Lviv [In Ukrainian].
14. Ndahetuye, J. B., Persson, Y., Nyman, A. K., Tukei, M., Ongol, M. P., & Båge, R. (2019). Aetiology and prevalence of subclinical mastitis in dairy herds in peri-urban areas of Kigali in Rwanda. *Tropical Animal Health and Production*, 51 (7), 2037–2044. doi: 10.1007/s11250-019-01905-2
15. Edmonson, P. (2013). Litniy mastit – aktualna problema molochnogo stada. *Veterinarna Praktika*, 6, 38–39. [In Ukrainian].
16. Sepúlveda-Varas, P., Proudfoot, K. L., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. A. G. (2016). Changes in behaviour of dairy cows with clinical mastitis. *Applied Animal Behaviour Science*, 175, 8–13. doi: 10.1016/j.applanim.2014.09.022
17. Skliar, O. I., & Skliar, I. O. (2015). Vplyv tekhnolohii vyrobnytstva moloka na yoho yakist ta bezpechnist. *Naukovo-Tekhnichniy Biuleten Naukovo-Doslidnoho Tsentru Biobezpeky ta Ekologichnoho Kontroliu Resursiv APK*, 3 (3), 88–92. [In Ukrainian].
18. Krasnova, N. H., & Holovko, A. M. (2013). Etiopatohenez i spetsyfichna profilaktyka mastytiv u koriv. *Naukovo-Tekhnichniy Biuleten Instytutu Biolohii Tvaryn i DNDKI Vetpreparativ ta Kormovykh Dobavok*, 14, 3–4. 390–397. [In Ukrainian].
19. Fotina, T. I., Nahorna, L. V., & Nesteruk, V. S. (2021). Efficiency of application of the preparation on the basis of iodine for mastitis in cows. *Scientific and Technical Bulletin Of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives And Institute of Animal Biology*, 22 (1), 251–256. doi: 10.36359/scivp.2021-22-1.31
20. Sheldon, I., & Dobson, H. (2004). Postpartum uterine health in cattle. *Animal Reproduction Science*, 82-83, 295–306. doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.04.006
21. Plakhotniuk, I. M., & Ordin, Yu. M. (2017). The occurrence frequency of induration in different lobes of the udder, depending on the form of mastitis and the number of affected parts. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekologichnoho Universytetu*, 1 60, 292–296.
22. Sharun, K., Dhama, K., Tiwari, R., Gugjoo, M. B., Iqbal Yatoo, M., Patel, S. K., Pathak, M., Karthik, K., Khurana, S. K., Singh, R., Puvvala, B., Amarpal, Singh, R., Singh, K. P., & Chaicumpa, W. (2021).

Advances in therapeutic and managerial approaches of bovine mastitis: a comprehensive review. *The Veterinary Quarterly*, 41 (1), 107–136. doi: 10.1080/01652176.2021.1882713

23. Antymastytna prohrama Baiier. Vysoki nadoi. TOV «Baiier». Retritved from: www.vet.bayer.ua [In Ukrainian].

24. Yablonskyi, V. A., Liubetskyi, V. Y., Berezovskyi, A. V., Yakubchak, O. M., Borodynia, V. I., Valchuk, O. A., & Mykhailiuk, M. M. (2007). *Metodychni rekomendatsii shchodo diahnostryky, likuvannia ta zapobihannia mastytu v tvaryn*. Kyiv: «Vetinform» [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 24.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Нестерук В. С., Нагорна Л. В. Епізоотична ситуація щодо маститу великої рогатої худоби в умовах господарств ТОВ фірма «Астарта-Київ». *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 186–193.

© Нестерук Вікторія Станіславівна, Нагорна Людмила Володимирівна, 2022



review article | UDC 636.1:616.43 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.25

EQUINE METABOLIC SYNDROME
A. Niedźwiedz¹

 ORCID  [0000-0002-8925-4853](https://orcid.org/0000-0002-8925-4853)
I. Maksymovych²

 ORCID  [0000-0002-9991-5117](https://orcid.org/0000-0002-9991-5117)
B. Gutyj^{2*}

 ORCID  [0000-0002-5971-8776](https://orcid.org/0000-0002-5971-8776)
L. Slivinska²

 ORCID  [0000-0003-4441-7628](https://orcid.org/0000-0003-4441-7628)
Y. Stronskyi²

 ORCID  [0000-0002-4024-0901](https://orcid.org/0000-0002-4024-0901)
M. Leno²

 ORCID  [0000-0001-6158-3076](https://orcid.org/0000-0001-6158-3076)
B. Chernushkin²

 ORCID  [0000-0003-4148-7962](https://orcid.org/0000-0003-4148-7962)
V. Rusyn²

 ORCID  [0000-0002-5177-4538](https://orcid.org/0000-0002-5177-4538)
Y. Leno²

 ORCID  [0000-0002-7419-4800](https://orcid.org/0000-0002-7419-4800)
V. Karpovskyi³

 ORCID  [0000-0003-3858-0111](https://orcid.org/0000-0003-3858-0111)
K. Leskiv²

 ORCID  [0000-0003-3763-3955](https://orcid.org/0000-0003-3763-3955)
¹ Wrocław University of Environmental and Life Sciences, 47 Grunwald Square, Wrocław 50-366, Poland

² Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 50 Pekarska Str., Lviv 79010, Ukraine

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

*Corresponding author

 E-mail: bvh@ukr.net

How to Cite

 Niedźwiedz, A., Maksymovych, I., Gutyj, B., Slivinska, L., Stronskyi, Y., Leno, M., Chernushkin, B., Rusyn, V., Leno, Y., Karpovskyi, V., & Leskiv, K. (2022). Equine metabolic syndrome. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 194–200. doi: 10.31210/visnyk2022.01.25

The article defines the disease – the equine metabolic syndrome (EMS) and based on literature data, the leading causes, pathogenesis, diagnosis, prevention, and treatment of complications provoked by equine metabolic syndrome are described. Equine metabolic syndrome is registered in young horses and old animals. For example, Morgan, Paso Fino, Arabian, riding, and thoroughbred horses. Diagnosis of equine metabolic syndrome is based on the analysis of breed and genetic predisposition, determination of insulin resistance, and the degree of obesity. Early diagnosis of equine metabolic syndrome prevents the development of laminitis. Therefore, the primary treatment for equine metabolic syndrome is weight loss, with a combination of diet and exercise in horses without developing laminitis. Treatment and care of an animal with metabolic syndrome require an individual approach. The main strategic direction in solving the problem of insulin resistance should be based on weight loss and increasing insulin sensitivity by changing the diet and increasing physical activity. A change in diet is to reduce energy components and non-structural carbohydrates in its composition. In addition, grazing should be avoided, especially during the season when young, fresh grass appears. It is necessary to pay attention to the pastures, where today the number of grasses of genetically modified species, which are grown for milk production and fattening cattle, is increasing. Such grasses are characterized by a high content of NSC, which is the opposite of the pastures that are necessary for horses. Suppose the equine metabolic syndrome was established after the detection of laminitis. In that case, measures should reduce body weight, but with little physical activity, to not expose further damage to the hooves. Therefore, priority is directed to remove the

animal from the laminitis and reduce obesity with significantly reduced physical activity. A low-carb diet should reduce insulin activity. However, if its activity is very high, you can use drugs to decline its level.

Key words: horses, insulin resistance, obesity, laminitis, glucose, diet, exercise.

МЕТАБОЛІЧНИЙ СИНДРОМ У КОНЕЙ

А. Нєдзведзь¹, І. А. Максимович², Б. В. Гутий², Л. Г. Слівінська², Ю. С. Стронський², М. І. Леньо², Б. О. Чернушкін², В. І. Русин², Ю. М. Леньо², В. І. Карповський³, Х. Я. Лєськів²

¹Вроцлавського природничого університету, м. Вроцлав, Польща

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені

С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

³Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

У статті дано визначення захворювання – метаболічний синдром коней, а також на підставі даних літератури охарактеризовано основні причини, патогенез, діагностику, профілактику та лікування ускладнень, спричинених метаболічним синдромом у коней. Метаболічний синдром коней реєструється в молодих коней, а також у геріатричних тварин. Найбільш поширеним метаболічний синдром коней є в поні, коней породи Морган, Пасо Фіно, арабських, верхових і чистокровних коней. Діагностика метаболічного синдрому коней полягає на аналізі породної та генетичної схильності, визначенні резистентності до інсуліну, а також ступеня розвитку ожиріння. Рання діагностика метаболічного синдрому коней запобігає розвитку ламініту. Основним у лікуванні коней за метаболічного синдрому є зниження маси тіла, з комбінацією дієти і фізичного навантаження в коней без розвитку ламініту. Лікування й догляд за твариною з метаболічним синдромом вимагає індивідуального підходу. Основний стратегічний напрям у вирішенні проблеми інсулінорезистентності повинен опиратися на втраті маси тіла й підвищенні чутливості до інсуліну за допомогою зміни раціону та збільшенні фізичної активності. Зміна раціону полягає у зниженні енергетичних компонентів і неструктурних вуглеводів у його складі. Крім того, необхідно уникати випасання тварин, особливо в пору року, коли з'являється молода, свіжа трава. Необхідно звертати увагу на пасовище, на яких сьогодні збільшується кількість трав генетично модифікованих видів, які вирощують для виробництва молока та відгодівлі великої рогатої худоби. Така трава характеризується високим вмістом NSC, що є протилежністю пасовищ, які необхідні для коней. Якщо метаболічний синдром коней був встановлений після виявлення ламініту, то заходи повинні бути спрямовані на зменшення маси тіла, але з обмеженим фізичним навантаженням, щоби не наражати на подальше пошкодження копит. Першочергова увага має бути спрямована на лікування ламініту у тварини, а також зменшення ожиріння зі значно зниженою фізичною активністю. Низьковуглеводна дієта повинна знижувати активність інсуліну. Якщо його активність є дуже високою, можна використовувати препарати для зниження його рівня.

Ключові слова: коні, метаболічний синдром, інсулінорезистентність, ожиріння, ламініт, інсулін, глюкоза, дієта, фізичне навантаження.

Metabolic syndrome was first described in humans in developed countries due to limited physical activity, combined with easy access to high-calorie drinks and food. With the change in methods of use and feeding, similar observations were later investigated in horses [14].

Equine Metabolic Syndrome (EMS) – a clinical syndrome that is a collection of interrelated pathological changes related to obesity, insulin resistance, and laminitis [23].

EMS is registered in young horses and old animals. For example, Morgan, Paso Fino, Arabian, riding, and thoroughbred horses [33]. As already mentioned, the main elements of EMS are insulin resistance, obesity, and laminitis. However, it is assumed that the syndrome covers a much more comprehensive range of problems that adversely affect energy metabolism, which can promote thrombosis, cause chronic inflammation and excessive free radical formation, and develop oxidative stress [1]. In addition, such animals develop endocrinological changes, leading to cardiovascular disease [38].

Therefore, the use of the term EMS is beneficial for distinguishing horses with Cushing's syndrome or cases of hypothyroidism, with which it is often confused [22].

Pathophysiology of EMS. Adiposity. Genetically, horses, like many other animals, can accumulate fat. Bodyweight and subcutaneous fat deposition are influenced by environmental factors, including diet, season, physical activity, and genetic factors [2].

The mechanisms underlying general obesity in horses have not been thoroughly studied, but overfeeding combined with limited physical activity, which slows metabolism, are considered significant factors in developing obesity, as in humans and other species [3, 31].

“Local” obesity is associated with the development of fatty tissue only in certain parts of the body. For example, in horses, adipose tissue accumulates around the neck, foreskin, breast, and sides of the body. An informative EMS test is the distribution of fat along the entire neck length. This condition is known as “cresty neck” and, regardless of its degree, causes an increase in neck volume [18].

Insulin resistance is an insufficient biological response of cells to the action of insulin at its sufficient concentration in the blood [29].

There are two theories linking obesity to insulin resistance. The first is related to regulating insulin signaling pathways induced by cytokines and adipokines synthesized in adipose tissue. The second refers to the intracellular accumulation of lipids in insulin-sensitive tissues such as skeletal muscle, adipose tissue, liver [27].

A natural diet for horses is low in fat and carbohydrates quickly converted into fat. Such fat is used for energy production or is deposited and stored intracellularly. When fat exceeds the capacity of cells, it accumulates in other places, such as skeletal muscle, liver, and pancreas. Despite the increase in beta-oxidation, lipids disrupt the normal functioning of cells in these organs, including the signaling pathway through which insulin causes a biological effect in target cells [4].

Insulin resistance is associated with defects in insulin signaling, including a decrease in tyrosine kinase activity and insulin receptors [8].

The development of insulin resistance is pathogenetically associated with laminitis, when regular insulin activity does not elicit the expected response in target cells [6, 7, 42]. The primary function of insulin is to stimulate glucose uptake by tissues. The two main sites of indirect glucose uptake are skeletal muscle and adipose tissue, but we must also consider the liver, which also absorbs glucose from the blood [9].

Insulin resistance results from a decrease in the density of insulin receptors, their malfunction, damage to internal signaling pathways, and dysfunction of insulin-dependent hepatic glucose transporter protein in the liver GLUT4 (glucose transporter type 4) [24].

Laminitis is one of the most severe and common disorders of the extremities in horses. The disease is defined as an aseptic, diffuse inflammation of the connective skin tissue of the hoof. Although changes in the hoof manifest the disease, it is currently considered a systemic disorder accompanied by changes in other organs [25].

The occurrence of chronic laminitis should always refer the veterinarian to further differential diagnosis and the possibility of developing EMS. Still, it should be remembered that laminitis is a separate illness [20].

Predisposition to laminitis may be determined by the body's ability to supply glucose to hoof tissues. It has been suggested that insulin resistance affects the supply of nutrients to the hoof tissues by changing the pressure in the blood vessels. In addition, insulin has a vasodilating effect, increasing blood flow to tissues [26].

Diagnosing EMS. The diagnosis of EMS should be based on the patient's medical history, the results of a clinical study, the evaluation of radiographs of the hooves, and the results of laboratory tests. For example, the best laboratory test for the diagnosis of insulin resistance is an intravenous test for glucose tolerance. Still, from the point of view of practice, an alternative approach to diagnosis is recommended [13].

The most straightforward diagnostic test for EMS is to determine the insulin level in the blood. However, the interpretation of the obtained results should be careful – taking into account the factors that may affect the reliability of the results. The concentration of insulin in the blood is influenced by many factors – feeding horses, especially in recent times (diet, its amount). It is also necessary to determine the cortisol concentration in the blood (daily fluctuations, emotions, pain, stress), physiological condition (reproductive status), obesity, comorbidities. Insulin activity and fasting glucose concentration are relatively stable and can diagnose [10]. The animal must be prepared before the study for 24 hours. Restrict feeding, including non-structural carbohydrates (NSCs) (starch, pectin, fructans), and a starvation diet 8 to 10 hours before the study. Horses that are on pasture are placed in places without access to feed. Blood samples should be sent to the same laboratory because different laboratories may use different methods to determine insulin in the blood, leading to incredible results [44].

Horses and ponies with EMS are characterized by slightly elevated or high serum glucose (reference ranges of 80–115 mg/dL) and hyperinsulinemia (upper reference limit <20 μ Od/ml) [16].

In horses with active inflammation of the hoof base, it is not advised to perform the above tests until eliminating the acute phase of the disease, when each sympathetic nervous system activation leads to decreased insulin sensitivity and hyperglycemia [19].

Insulin content determination in the blood indicates a false-negative result in horses and ponies that receive a diet low in NSC. It is recommended to perform dynamic tests on such animals. Executing dynamic tests is necessary when the animal has clinical symptoms of EMS, but the results of previous tests were not in doubt. Such studies are advised to assess the degree of insulin resistance and monitor illness progression [39]. Intravenous insulin-glucose tests (CGIT) should be combined to diagnose insulin resistance effectively. This test can be successfully used in the field. Administration of these two drugs (glucose 150 mg/kg, insulin 0.1 IU/kg) requires several determinations of blood glucose with a glucometer (before the introduction of 1, 5, 15, 25, 35, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 and 150 minutes from the moment of introduction). The obtained result is characterized by forming a two-phase curve with positive (hyperglycemic) and negative (hypoglycemic) particles. Also, it is evaluated concerning the time for which the concentration of glucose in the blood returns to baseline. Insulin sensitivity is confirmed by returning the glucose content to baseline within 45 minutes [12]. Patients rarely develop symptoms of hypoglycemia due to insulin administration (weakness, tremor, increased sweating). If such symptoms occur, 40 % glucose solution quantity 120 ml is administered intravenously [34].

False-negative results confirming the absence of insulin resistance may be due to the action of stressors before the study. Therefore, the study should be performed in a quiet and peaceful environment, and the intravenous catheter is best placed the day before the study [35]. The combined test gives more useful clinical results because they are more informative than each test alone [28]. However, the main reason for erroneous results of glucose and insulin in the blood during the collection of individual blood samples is the animal's stress. Therefore, the constant determination of glucose is a kind of innovation and helps to eliminate stressors. This method consists of the subcutaneous placement of a sensor to determine the glucose blood content, which registers its level every 5 minutes for up to 7 days. It is a beneficial solution for both the patient and the veterinarian [32].

Assessment of obesity. The best way to assess obesity is the Body Condition Score (BCS) method, which allows you to assess the degree of obesity objectively. The method determines the level from 1 (exhaustion) to 9 (severe overweight). Horses are evaluated visually and empirically by manually examining six body areas where fatty tissue accumulates. To assess the degree of obesity also considers the physical characteristics of horses, described in the original works [43].

Obesity in horses occurs according to the proposed scheme. Fat deposition begins behind the shoulder blades. Then it covers the ribs, above the back of the body, and finally along the shoulder girdle in the direction of the neck and head. Condition assessment (BCS system) determines the amount of fat accumulated in these areas. It may be useful to measure the neck circumference in "local" obesity, which, as already mentioned, is a symptom of EMS [1].

Recommendations. Treatment and care of an animal with metabolic syndrome require an individual approach. The main strategic direction in solving the problem of insulin resistance should be based on weight loss and increasing insulin sensitivity by changing the diet and increasing physical activity. A change in diet is to reduce energy components and non-structural carbohydrates (NSC) in the diet. In addition, grazing should be avoided, especially during the season when young, fresh grass appears [18].

Suppose the EMS was established after the detection of laminitis. In that case, measures should reduce body weight, but with little physical activity, to not expose further damage to the hooves. Therefore, priority is directed to remove the animal from the laminitis and reduce obesity with significantly reduced physical activity [5].

Obesity prevention. Reducing obesity has the most significant positive effect on restoring insulin sensitivity. It is necessary to remember to limit grazing when returning to pasture when the grass has the highest concentration of NSC – in spring, early summer, the transition period between autumn and winter, as well as in the hours when the concentration is highest (lowest 3 : 00 – 9 : 00). Weight loss should be gradual, as sudden weight loss can lead to hyperlipidemia and fatty liver disease. Reducing obesity should increase physical activity and limit food intake [45].

Focused that laminitis eliminates physical activity. Therefore, the diet should include hay with a low NSC content. It is best to perform a laboratory test of hay to determine the content of NSC. If the animal reacts negatively to reducing the daily diet, the portion is divided into several smaller ones to reduce periods of hunger. You can also use food bags, which take longer to feed. Hay should be introduced into the diet first at a dose of 1.5 % of body weight, and within a month, the dose is reduced to 1 % of body weight if the animal does not lose weight [11].

It is necessary to pay attention to the pastures, where today the number of grasses of genetically modified species, which are grown for milk production and fattening cattle, is increasing. Such grasses are

characterized by a high NSC content, which is the opposite of the necessary pastures for horses [21]. Summing up, the hay should be low in NSC and should not contain alfalfa and grain. The NSC reduction can be achieved by soaking hay for 30 minutes in warm water or 60 minutes in the cold. In addition, you can use commercial feed with low NSC content. However, the feeding of low NSC foods is accompanied by a decrease in protein, vitamins, and minerals, so it is counseled to include them in the diet in addition [30].

Treatment. A low-carb diet should reduce insulin activity. However, if its activity is very high, you can use drugs to decline its level [37].

Levothyroxine sodium. Weight loss can be increased by using a special diet and increasing exercise. Administration of the drug in high doses causes weight loss in horses. The drug causes weight loss due to increased thyroxine concentration by stimulating basal metabolism. Horses should not graze because levothyroxine causes hyperphagia. It can be used for 3–6 months at a 0.1 mg/kg [15, 17].

Metformin hydrochloride. Metformin is a drug used in human medicine to control hyperglycemia and increase insulin sensitivity in patients with diabetes. It inhibits glucose synthesis in the liver. Studies in horses have shown improvement in insulin sensitivity in patients with insulin resistance at a dose of 15–30 mg/kg after oral administration for two weeks. It was also found that the bioavailability of the drug after oral administration is low in horses, but its use in combination with moderate exercise has a positive effect [36, 40, 41].

Conclusions

Equine metabolic syndrome is a clinical syndrome registered in horses and is characterized by obesity, insulin resistance, and the development of laminitis. Understanding the mechanisms underlying this disease is still limited but is an area of active research. Diagnosis of equine metabolic syndrome is based on the analysis of breed and genetic predisposition, determination of insulin resistance, and the degree of obesity. Early diagnosis of equine metabolic syndrome prevents the development of laminitis. Therefore, the primary treatment for equine metabolic syndrome is weight loss, with a combination of diet and exercise in horses without developing laminitis.

References

1. Argo, C. M., Curtis, G. C., Grove-White, D., Dugdale, A. H. A., Barfoot, C. F., & Harris, P. A. (2012). Weight loss resistance: A further consideration for the nutritional management of obese equidae. *Veterinary Journal*, 194 (2), 179–188. doi: 10.1016/j.tvjl.2012.09.020
2. Bamford, N. J., Potter, S. J., Harris, P. A., & Bailey, S. R. (2014). Breed differences in insulin sensitivity and insulinemic responses to oral glucose in horses and ponies of moderate body condition score. *Domestic Animal Endocrinology*, 47, 101–107. doi: 10.1016/j.domaniend.2013.11.001
3. Basinska, K., Marycz, K., Śmieszek, A., & Nicpoń, J. (2015). The production and distribution of IL-6 and TNF- α in subcutaneous adipose tissue and their correlation with serum concentrations in Welsh ponies with equine metabolic syndrome. *Journal of Veterinary Science*, 16 (1), 113–120. doi: 10.4142/jvs.2015.16.1.113
4. Borgia, L., Valberg, S., McCue, M., Watts, K., & Pagan, J. (2011). Glycaemic and insulinaemic responses to feeding hay with different non-structural carbohydrate content in control and polysaccharide storage myopathy-affected horses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95 (6), 798–807. doi: 10.1111/j.1439-0396.2010.01116.x
5. Carter, R. A., McCutcheon, L. J., & Valle, E. (2010). Effects of exercise training on adiposity, insulin sensitivity, and plasma hormone and lipid concentrations in overweight or obese, insulin-resistant horses. *American Journal of Veterinary Research*, 71 (3), 314–321. doi: 10.2460/ajvr.71.3.314
6. Carter, R. A., Treiber, K. H., Geor, R. J., Douglass, L., & Harris, P. A. (2009). Prediction of incipient pasture-associated laminitis from hyperinsulinaemia, hyperleptinaemia and generalised and localised obesity in a cohort of ponies. *Equine Veterinary Journal*, 41 (2), 171–178. doi: 10.2746/042516408x342975
7. Chameroy, K. A., Frank, N., Elliott, S. B., & Boston, R. C. (2011). Effects of a supplement containing chromium and magnesium on morphometric measurements, resting glucose, insulin concentrations and insulin sensitivity in laminitic obese horses. *Equine Veterinary Journal*, 43 (4), 494–499. doi: 10.1111/j.2042-3306.2010.00302.x
8. De Graaf-Roelfsema, E. (2014). Glucose homeostasis and the enteroinsular axis in the horse: A possible role in equine metabolic syndrome. *Veterinary Journal*, 199 (1), 11–18. doi: 10.1016/j.tvjl.2013.09.064
9. De Laat, M. A., Pollitt, C. C., & Kyaw-Tanner, M. T. (2013). A potential role for lamellar insulin-like growth factor-1 receptor in the pathogenesis of hyperinsulinaemic laminitis. *Veterinary Journal*, 197 (2), 302–306. doi: 10.1016/j.tvjl.2012.12.026

10. Dugdale, A. H., Curtis, G. C., Cripps, P., Harris, P. A., & McG Argo, C. (2010). Effect of dietary restriction on body condition, composition and welfare of overweight and obese pony mares. *Veterinary Journal*, 42 (7), 600–610. doi: 10.1111/j.2042-3306.2010.00110.x
11. Dugdale, A. H., Curtis, G. C., Harris, P. A., & Argo, C. M. (2011). Assessment of body fat in the pony: Part I. Relationships between the anatomical distribution of adipose tissue, body composition and body condition. *Equine Veterinary Journal*, 43 (5), 552–561. doi: 10.1111/j.2042-3306.2010.00330.x
12. Durham, A. E., Rendle, D. I., & Newton, J. E. (2008). The effect of metformin on measurements of insulin sensitivity and beta cell response in 18 horses and ponies with insulin resistance. *Veterinary Journal*, 40 (5), 493–500. doi: 10.2746/042516408x273648
13. Eiler, H., Frank, N., Andrews, F. M. J. W., & Fecteau, K. A. (2005). Physiologic assessment of blood glucose homeostasis via combined intravenous glucose and insulin testing in horses. *American Journal of Veterinary Research*, 66 (9), 1598–1604. doi: 10.2460/ajvr.2005.66.1598
14. Ford, E. S., Giles, W. H., & Dietz, W. H. (2002). Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: findings from the third national health and nutrition examination survey. *Journal of the American Medical Association*, 287 (3), 356–359. doi: 10.1001/jama.287.3.356
15. Frank, N. C., Elliott, S. B., & Boston, R. C. (2008). Effects of long-term oral administration of levothyroxine sodium on glucose dynamics in healthy adult horses. *American Journal of Veterinary Research*, 69 (1), 76–81. doi: 10.2460/ajvr.69.1.76
16. Frank, N., & Tadros, E. M. (2014). Insulin dysregulation. *Equine Veterinary Journal*, 46, 103–112. doi: 10.1111/evj.12169
17. Frank, N., Buchanan, B. R., & Elliott, S. B. (2008). Effects of long-term oral administration of levothyroxine sodium on serum thyroid hormone concentrations, clinicopathologic variables, and echocardiographic measurements in healthy adult horses. *American Journal of Veterinary Research*, 69 (1), 68–75. doi: 10.2460/ajvr.69.1.68
18. Frank, N., Geor, R. J., Bailey, S. R., Durham, A. E., & Johnson, P. J. (2010). Equine metabolic syndrome. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 24 (3), 467–475. doi: 10.1111/j.1939-1676.2010.0503.x
19. Geor, R. J. (2008). Metabolic predispositions to laminitis in horses and ponies: obesity, insulin resistance and metabolic syndromes. *Journal of Equine Veterinary Science*, 28 (12), 753–759. doi: 10.1016/j.jevs.2008.10.016
20. Hunt, R. J. (1993). A retrospective evaluation of laminitis in horses. *Equine Veterinary Journal*, 25 (1), 61–64. doi: 10.1111/j.2042-3306.1993.tb02903.x
21. Ince, J., Longland, A. C., Newbold, J. C., & Harris, P. A. (2011). Changes in proportions of dry matter intakes by ponies with access to pasture and haylage for three and 20 hours per day respectively, for six weeks. *Journal of Equine Veterinary Science*, 31, 283.
22. Johnson, P. J. (2002). The equine metabolic syndrome peripheral Cushing's syndrome. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 18 (2), 271–293. doi: 10.1016/s0749-0739(02)00006-8
23. Johnson, P. J., Wiedmeyer, C. E., LaCarrubba, A., Ganjam, V. K., & Messer, N. T. (2012). Diabetes, insulin resistance, and metabolic syndrome in horses. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 6 (3), 534–540. doi: 10.1177/193229681200600307
24. Kahn, S. E., Hull, R. L., & Utzschneider, K. M. (2006). Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nature*, 444 (7121), 840–846. doi: 10.1038/nature05482
25. Karikoski, N. P., Horn, I., McGowan, T. W., & McGowan, C. M. (2011). The prevalence of endocrinopathic laminitis among horses presented for laminitis at a first-opinion/referral equine hospital. *Domestic Animal Endocrinology*, 41 (3), 111–117. doi: 10.1016/j.domaniend.2011.05.004
26. Katz, L. M., & Bailey, S. R. (2012). A review of recent advances and current hypotheses on the pathogenesis of acute laminitis. *Equine Veterinary Journal*, 44 (6), 752–761. doi: 10.1111/j.2042-3306.2012.00664.x
27. Kontogianni-Konstantopoulos, A., Benian, G., & Granzier, H. (2012). Advances in muscle physiology and pathophysiology. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2010, 780417. doi: 10.1155/2010/780417
28. Kronfeld, D. S., Treiber, K. H., & Geor, R. J. (2005). Comparison of nonspecific indications and quantitative methods for the assessment of insulin resistance in horses and ponies. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226 (5), 712–719. doi: 10.2460/javma.2005.226.712
29. Litvinova, L. S., Kirienkova, E. V., & Mazunin, I. O. (2015). Patogenez insulinorezistentnosti pri metabolicheskom ozhirennii. *Biomedicinskaja Himija*, 61 (1), 70–82. [In Russian].
30. McGowan, C. M., Dugdale, A. H., Pinchbeck, G. L., & Argo, C. M. (2013). Dietary restriction in combination with a nutraceutical supplement for the management of equine metabolic syndrome in horses. *Veterinary Journal*, 196, 153–159.

31. McCue, M. E., Geor, R. J., & Schultz, N. (2015). Equine metabolic syndrome: a complex disease influenced by genetics and the environment. *Journal of Equine Veterinary Science*, 35 (5), 367–375. doi: 10.1016/j.jevs.2015.03.004
32. Morgan, R. A., Keen, J. A., & McGowan, C. M. (2016). Treatment of equine metabolic syndrome: A clinical case series. *Equine Veterinary Journal*, 48 (4), 422–426. doi: 10.1111/evj.12445
33. Morgan, R., Keen, J., & McGowan, C. (2015). Equine metabolic syndrome. *Veterinary Record*, 177 (7), 173–179. doi: 10.1136/vr.103226
34. Muno, J., Gallatin, L., & Geor, R. J. (2009). Prevalence and risk factors for hyperinsulinemia in clinically normal horses in central Ohio. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 23, 721.
35. Pleasant, R. S., Suagee, J. K., & Thatcher, C. D. (2013). Adiposity, plasma insulin, leptin, lipids, and oxidative stress in mature light breed horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27 (3), 576–582. doi: 10.1111/jvim.12056
36. Rendle, D. I., Rutledge, F., Hughes, K., Heller, J., & Durham, A. E. (2013). Effects of metformin hydrochloride on blood glucose and insulin responses to oral dextrose in horses. *Equine Veterinary Journal*, 45 (6), 751–754. doi: 10.1111/evj.12068
37. Respondek, F., Myers, K., Smith, T. L., Wagner, A., & Geor, R. J. (2011). Dietary supplementation with short-chain fructo-oligosaccharides improves insulin sensitivity in obese horses. *Journal of Animal Science*, 89, 77–83. doi: 10.2527/jas.2010-3108
38. Robinson, L. E., & Graham, T. E. (2004). Metabolic syndrome, a cardiovascular disease risk factor: role of adipocytokines and impact of diet and physical activity. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 29 (6), 808–829. doi: 10.1139/h04-053
39. Schmengler, U., Ungru, J., Boston, R., Coenen, M., & Vervuert, I. (2013). Effects of l-carnitine supplementation on body weight losses and metabolic profile in obese and insulin-resistant ponies during a 14-week body weight reduction programme. *Livestock Science*, 155 (2-3), 301–307. doi: 10.1016/j.livsci.2013.04.019
40. Tinworth, K. D., Edwards, S., Noble, G. K., Harris, P. A., Sillence, M. N., & Hackett, L. P. (2010). Pharmacokinetics of metformin after enteral administration in insulin-resistant ponies. *American Journal of Veterinary Research*, 71 (10), 1201–1206. doi: 10.2460/ajvr.71.10.1201
41. Tinworth, K. D., Boston, R. C., Harris, P. A., Sillence, M. N., Raidal, S. L., & Noble, G. K. (2012). The effect of oral metformin on insulin sensitivity in insulin-resistant ponies. *Veterinary Journal*, 191 (1), 79–84. doi: 10.1016/j.tvjl.2011.01.015
42. Treiber, K. N., Kronfeld, D. S., & Geor, R. J. (2006). Insulin resistance in equids: possible role in laminitis. *Journal of Nutrition*, 136 (7), 2094–2098. doi: 10.1093/jn/136.7.2094s
43. Ungru, J., Schmengler, U., Boston, R., Coenen, M., & Vervuert, I. (2013). Effects of body weight reduction on insulin-sensitivity in obese ponies. *Pferdeheilkunde*, 29 (3), 327–334. doi: 10.21836/PEM20130306
44. Vlizlo, V. V., Slivinska, L. H., & Maksymovych, I. A. (2014). *Laboratorna diahnostyka u veterynarnii medytsyni (dovidnyk)*. Lviv: Afisha. [In Ukrainian].
45. Watts, K. A., & Chatterton, N. J. (2004). A review of factors affecting carbohydrate levels in forage. *Journal of Equine Veterinary Science*, 24 (2), 84–86. doi: 10.1016/j.jevs.2004.01.005

Стаття надійшла до редакції: 26.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Недзведзь А., Максимович І. А., Гутий Б. В., Слівінська Л. Г., Стронський Ю. С., Леньо М. І., Чернушкін Б. О., Русин В. І., Леньо Ю. М., Карповський В. І., Леськів Х. Я. Метаболічний синдром у коней. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 194–200.

© Недзведзь Артур, Максимович Ігор Андрійович, Гутий Богдан Володимирович, Слівінська Любов Григорівна, Стронський Юрій Степанович, Леньо Марта Ігорівна, Чернушкін Богдан Олегович, Русин Василь Іванович, Леньо Юрій Михайлович, Карповський Валентин Іванович, Леськів Христина Ярославівна, 2022



original article | UDC 519.876.5:633:531.66 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.26

SUBSTANTIATION OF THE FREQUENCY OF GRAINS COLLISIONS IN A FLOW MOVING IN A GRAVITATIONAL INSTALLATION

V. M. Arendarenko

T. V. Samoilenko

A. V. Antonets*

O. M. Ivanov

T. S. Yaprnyets

L. O. Flegantov

ORCID  [0000-0003-0701-7983](https://orcid.org/0000-0003-0701-7983)

ORCID  [0000-0003-4756-6223](https://orcid.org/0000-0003-4756-6223)

ORCID  [0000-0002-2332-6711](https://orcid.org/0000-0002-2332-6711)

ORCID  [0000-0002-1761-9913](https://orcid.org/0000-0002-1761-9913)

ORCID  [0000-0002-5844-3520](https://orcid.org/0000-0002-5844-3520)

ORCID  [0000-0002-4689-1457](https://orcid.org/0000-0002-4689-1457)

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

*Corresponding author

E-mail: anatoliyantons1@gmail.com

How to Cite

Arendarenko, V. M., Samoilenko, T. V., Antonets, A. V., Ivanov, O. M., Yaprnyets, T. S., & Flegantov, L. O. (2022). Substantiation of the frequency of grains collisions in a flow moving in a gravitational installation. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 201–206. doi: 10.31210/visnyk2022.01.26

The article presents theoretical studies of the dynamics of the particles collision in a bulk grain flow moving in a gravitational installation. It is known that falling grain from a height on the concrete bottom of silos is injured. A peripheral open helical channel is available to reduce or eliminate injury. During the movement of the grains in the helical channel, they may rub or collide and be damaged. The movement of individual grains of wheat on the working surface of the helical channel is under the action of gravity. The grains are constantly in contact with each other, such interaction is characterized by a flat oblique-central impact. When considering the process of collision of two grains, the following assumption is made: the impact grains have perfectly smooth surfaces. Accordingly, according to Gauss's hypothesis, there is a connection between tangential and normal impulses, which makes it possible to determine the rate of fluctuation of grains when they collide. The Ackermann-Schen's method was used to determine the frequency of wheat grains collisions of bulk grain material. According to the above method, the average frequency of grains collisions in the bulk grain flow with their oblique-central impact depends on the angle of inclination of the screw gravity unit acceleration section. The dependence for determining the rate of grains fluctuation in their collision is obtained. The formula for determining the average frequency of grains collisions in the bulk grain flow with their obliquely central impact on the overlocking section of the installation is given. The mathematical model obtained as a result of research characterizes the average frequency of grains collisions of loose grain flow moving along the accelerating section of the peripheral open helical channel (ПОНС). The analytical model can be used in the design and installation ПОНС in the silo.

Key words: collision frequency, grain flow, gravity device

ОБҐРУНТУВАННЯ ЧАСТОТИ СПІВУДАРУ ЗЕРНІВОК У ЗЕРНОВОМУ ПОТОКУ, ЩО РУХАЄТЬСЯ У ГРАВІТАЦІЙНІЙ УСТАНОВЦІ

В. М. Арендаренко, Т. В. Самойленко, А. В. Антонець, О. М. Іванов, Т. С. Япринець,

Л. О. Флегантов

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У статті наведені теоретичні дослідження динаміки співудару зернівок в силі зернового середовищі, який рухається у гравітаційній установці. Відомо, що падаюче зерно з висоти на бетонне

дно силосів травмується. Для зменшення травмування або його зовсім позбутись пропонується периферійний відкритий гвинтовий канал. Під час руху зернівок у гвинтовому каналі вони можуть перетиратись або співударяючись ушкоджуватись. Переміщення окремих зернівок пшениці по робочій поверхні гвинтового каналу відбувається під дією гравітації. Зернівки рухаючись весь час контактують одна з одною, така взаємодія характеризується плоским косо – центральним ударом. При розгляді процесу співудару двох зернівок зроблено наступне припущення: зернівки, що ударяються мають ідеально гладкі поверхні. Відповідно до цього, згідно з гіпотезою Гауса, між дотичними і нормальними імпульсами існує зв'язок, котрий дає можливість визначити швидкість флуктації зернівок при їх співударі. Для визначення частоти співудару зернівок пшениці сипкого зернового матеріалу застосовувався метод Аккермана-Шена. Згідно з вище вказаним методом середня частота співудару зернівок у сипкому зерновому середовищі при їх косо центральному ударі залежить від кута нахилу розгінної ділянки гвинтової гравітаційної установки. У роботі Отримана залежність для визначення швидкості флуктації зернівок при їх співударі. Наведено формулу для визначення середньої частоти співудару зернівок у сипкому зерновому середовищі при їх косо центральному ударі на розгінній ділянці установки. Отримана в результаті досліджень математична модель характеризує середню частоту співударів зернівок сипкого зернового середовища, який рухається по розгінній ділянці периферійного відкритого гвинтового каналу (ПВГК). Аналітична модель може бути використана при проектуванні та установці в силосі ПВГК.

Ключові слова: частота співудару, зерновий потік, гравітаційна установка

Вступ

Сезонність є основною особливістю при вирощуванні зернових культур і отриманні зерна [1, 2]. Тому для потреб людей необхідно створювати певні запаси зерна. Для цих цілей використовуються спеціальні сховища, в тому числі циліндричні споруди які називаються силосами.

При завантаженні силосів відбувається травмування зерна робочими органами машин, котрі доставляють його до завантажувальної горловини. Зерно також травмується при падінні на бетонну основу силосу. Багаторічними дослідженнями вітчизняних та закордонних вчених встановлено, що ушкоджене зерно має знижену стійкість при довготривалому зберіганні [3–6].

Для усунення ушкодження зерна при гравітаційному завантаженні силосів науковці та винахідники пропонують різноманітні пристрої, за допомогою яких можна зменшити швидкість падіння зерна. До таких пристроїв відносяться каскадні полиці, конусні розподільники та відцентрові розкидачі [7]. На кафедрі технології та обладнання переробних і харчових виробництв був спроектований і запатентований периферійний відкритий гвинтовий канал (ПВГК) [8]. Він складається із двох гвинтових ділянок із різними кутами нахилу до горизонту. Перша ділянка – розгінна з кутом α , а друга – гальмівна з кутом β . Причому $\beta < \alpha$ [9, 10]. В такому пристрої сипкий зерновий матеріал розділяється і складається із зерна і повітря. При цьому зернівки рухаючись по робочій поверхні гвинтового каналу весь час співударяються одна із одною. При багаторазовому зіткненні зернини набувають та втрачають кінетичну енергію, крім того при такому завантаженні можливе перетирання зерна. Перетирання зерна під час його руху залежить від багатьох факторів в тому числі від частоти співудару зернівок між собою. Отже, проблема визначення частоти співудару зернівок при гравітаційному зсуву зернового матеріалу по ПВГК є актуальною і потребує подальших досліджень.

Метою роботи є розробка математичної моделі за допомогою якої можна визначити середню частоту співудару зернівок сипкого зернового матеріалу у певному об'ємі при плоскому косоцентральному ударі зернівок між собою під час руху їх по гвинтовому каналу.

Матеріали і методи досліджень

Відомо, що при гравітаційному русі по похилим каналам механізм взаємодії зернівок сипкого зернового матеріалу на макрорівні, генерує здвигові напруження. Тому матеріалом даного дослідження є рухомий зерновий шар у якому між окремими зернівками відбувається сухе тертя та перенесення кількості руху за рахунок переміщення окремих зернівок через поверхню зсуву і їх зіткнення між собою. Дослідження проводили на гравітаційній установці [8, 11]. Для цього на розгінній ділянці ближче до гальмівної вибирався проміжок довжиною 20 см. Над вибраним проміжком встановлювалась швидкісна кінокамера, котра фіксувала переміщення зернового матеріалу на цій ділянці. Отримані результати переміщення зернового матеріалу аналізувались на предмет кількості співударів зернівок у даному зерновому об'ємі.

Результати досліджень та їх обговорення

Рух зернового матеріалу по периферійному відкритому каналі, який встановлюється на внутрішній боковій поверхні силосу, відбувається за рахунок гравітації та взаємного обміну ударними імпульсами між окремими зернівками зернового потоку. Режим руху сипкого зернового потоку регламентується фізико-механічними властивостями зерна, котре завантажується у силос. Поверхня зерна, може бути гладкою, глянцевою, шершавою, ребристою, горбистою чи зморшкуватою [12]. Ці властивості зерна впливають на режим руху сипкого зернового матеріалу.

Розглянемо процес співудару двох зернівок масою m , які знаходяться у елементарному об'ємі зернового потоку і розганяються. Розрахункова схема процесу пружного співудару двох зернівок пшениці наведена на рисунку.

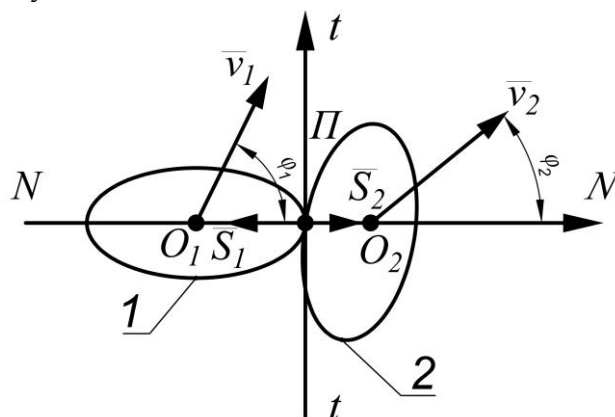


Рис. Схема ударної взаємодії двох зернівок пшениці

Для спрощення процесу переміщення окремих зернівок пшениці по робочій поверхні гвинтового каналу були прийняті наступні обмеження: лінія центрів (O_1O_2) співпадає із лінією дії імпульсів ($N-N$), швидкості центрів мас зернівок $\bar{v}_1$ і $\bar{v}_2$ не лежать на лінії (O_1O_2), а направлені під деякими кутами φ_1 і φ_2 до неї; крім того в процесі зсувного руху зернівки зберігають свою масу і форму.

Проведемо через точку дотику двох зернівок (Π) загальну дотичну $t-t$, яка буде перпендикулярною до загальної нормалі ($N-N$). Ці лінії утворюють систему координат з центром в точці Π . Для визначення ударних імпульсів позначимо одиничні вектори, які знаходяться на лініях $N-N$ і $t-t$ відповідно через $\bar{l}$ і $\bar{j}$. Тоді ударний імпульс, що діє на першу зернівку: $S_1 = S \cdot \bar{l}_1$, на другу $S_2 = S \cdot \bar{l}_2$. Швидкість першої зернівки під час розгону її до удару з другою:

$$\bar{v}_1 = v_{1x_1} \cdot \bar{l}_1 + v_{1y_1} \cdot \bar{j}_1, \quad (1)$$

де $v_{1x_1} = -v_1 \cdot \cos \varphi_1$; $v_{1y_1} = v_1 \cdot \sin \varphi_1$.

Швидкість другої зернівки під час розгону її до удару з першою буде:

$$\bar{v}_2 = v_{2x_2} \cdot \bar{l}_2 + v_{2y_2} \cdot \bar{j}_2, \quad (2)$$

де $v_{2x_2} = v_2 \cdot \cos \varphi_2$; $v_{2y_2} = v_2 \cdot \sin \varphi_2$.

Для того, щоб перша зернівка ударила другу необхідно, щоб кут між лінією $t-t$ і лінією $N-N$ знаходився від 0 до 90° [13]. В нашому випадку він рівний 90° .

При подальшому розгляді процесу співудару двох зернівок зробимо наступне припущення, зернівки, що ударяються мають ідеально гладкі поверхні. Це приводить до того, що після удару вони не обертаються, тобто зернівки рухаються у зерновому потоці поступально. В такому разі у відповідності до гіпотези Гауса [13] між дотичними і нормальними імпульсами існує зв'язок:

$$\Delta u = -u' \cdot f(1 + k), \quad (3)$$

де Δu – зміна відносної дотичної швидкості; u' – швидкість флуктації (хаотичного руху) зернового матеріалу у вибраному елементарному об'ємі; f – коефіцієнт тертя ковзання між окремими

зернівками під час поступального руху по ПВГК; k – коефіцієнт відновлення. Коефіцієнт відновлення за косою співудару двох окремих зернівок масою m_3 згідно з [14, 15] характеризується зміною швидкостей до удару і після удару:

$$k = \frac{\vartheta'_{1x} - \vartheta'_{2x}}{\vartheta_1 \cos \varphi_1 - \vartheta_2 \cos \varphi_2}, \quad (4)$$

де ϑ_1, ϑ_2 – швидкість першої і другої зернівок до їх співудару; $\vartheta'_{1x}, \vartheta'_{2x}$ – швидкість першої і другої зернівок після співудару відповідно. Плоский косо центральний удар може відбутись тоді, коли $\frac{\pi}{2} < \varphi_1 < \frac{3\pi}{2}, -\frac{\pi}{2} < \varphi_2 < \frac{\pi}{2}$ [16]. Виходячи із цих умов і маючи на увазі, що $m_{3_1} = m_{3_2}$ була визначена відносна дотична швидкість зернівки при її співударі з іншою:

$$\Delta u = \vartheta_1 \cdot \sin \varphi_1 \pm \vartheta_2 \sin \varphi_2 \quad (5)$$

Підставимо (5) і (4) в (3) та отримаємо формулу для визначення швидкості флуктації зернівок при їх співударі:

$$u' = -\frac{\Delta u}{f(1+k)} = -\frac{\vartheta_1 \sin \varphi_1 \pm \vartheta_2 \sin \varphi_2}{f\left(\frac{\vartheta_1 \cos \varphi_1 - \vartheta_2 \cos \varphi_2 + \vartheta'_{1x} - \vartheta'_{2x}}{\vartheta_1 \cos \varphi_1 - \vartheta_2 \cos \varphi_2}\right)}. \quad (6)$$

Відомо, що рух окремих зернівок у потоці ПВГК має досить складний функціональний характер [5]. Із цього виходить, що сумарна кінетична енергія взаємного зсуву двох зернівок масою m_3 можна представити у вигляді суми двох енергій: поступального і хаотичного (флуктаційного) рухів зерна у периферійному відкритому гвинтовому каналі.

$$T_{\text{сум}} = T_{\text{пос.}} + T_{\text{хаот.}}, \quad (7)$$

де $T_{\text{пос.}}$ – кінетична енергія поступального руху зернівок уздовж гвинтового каналу, $T_{\text{хаот.}}$ – кінетична енергія хаотичного руху зернівок по відкритому гвинтовому каналу. Складові сумарної кінетичної енергії визначаються із:

$$\begin{cases} T_{\text{пос}} = \frac{1}{2} m_3 (\Delta x)^2 \left(\frac{du}{dx}\right)^2 \\ T_{\text{хаот}} = \frac{1}{2} m_3 (u')^2 \end{cases}, \quad (8)$$

де $\Delta x = (b_1 - b_2)$ – різниця координат центрів ваги першої і другої зернівок, $\left(\frac{du}{dx}\right)$ – швидкість переміщення сипкого зернового матеріалу уздовж відкритого гвинтового каналу. Підставивши (8) у (7) і врахувавши, що $m_3 = V_3 \cdot \rho_3$ маємо:

$$T_{\text{сум}} = 0,5 V_3 \rho_3 [(b_1 - b_2)^2 \left(\frac{du}{dx}\right)^2 + (u')^2], \quad (9)$$

де V_3 – об'єм i -ї зернівки, ρ – насипна щільність зерна.

Під час зсувного руху зернового матеріалу по розгінній ділянці і особливо при переході із розгінної на гальмівну ділянку зернівки увесь час удараються одна із одною. Середню частоту їх співударів [17] можна визначити скориставшись формулою Аккермана-Шена [18]:

$$\gamma_3 = \frac{\tau \cdot du}{E_c n_3 dx}, \quad (10)$$

де n_3 – загальна кількість зернівок у виділеному об'ємі, τ – напруження при гравітаційному зсуві зернового матеріалу уздовж ПВГК, E_c – дисипація кінетичної енергії при одному співударі двох зернівок.

Дисипація кінетичної енергії із врахуванням [13, 17–20] має вигляд:

$$E_c = \frac{1}{2} m_z c^2 \left(\frac{1-k^2}{4} + \frac{\mu(1+k)}{\pi} - \frac{\mu^2(1+k^2)}{4} \right) (u')^2. \quad (11)$$

Або

$$E_c = \frac{1}{2} m_z c^2 e_z (u')^2, \quad (12)$$

де e_z – відносна частка кінетичної енергії однієї зернівки яка дисипатує при кожному зіткненні з іншими зернівками у зерновому шарі.

Підставивши значення (12) і (6) в (10) одержимо формулу для визначення середньої частоти співудару зернівок у сипкому зерновому середовищі при їх косо центральному ударі на розгінній ділянці гравітаційної установки.

$$\gamma_z = \frac{2\tau \left(\frac{\vartheta_1 \cos \alpha_1 - \vartheta_2 \cos \alpha_2 + \vartheta'_{1x} - \vartheta'_{2x}}{\vartheta_1 \cos \alpha_1 - \vartheta_2 \cos \alpha_2} \right)^2 du}{f^2 m_z n_z e_z (\vartheta_1 \sin \alpha_1 \pm \vartheta_2 \sin \alpha_2)^2 dx} \quad (13)$$

Одержані залежності швидкості флуктації зернівок при їх ударі (6) і середньої частоти співударів (13) можуть бути використані для подальшого аналізу та обґрунтування параметрів технологічного процесу завантаження силосів зерном з використанням ПВГК.

Висновки

Таким чином, можна сказати, що отримана математична модель відтворює середню частоту співударів зернівок у сипкому зерновому середовищі. Результати досліджень можуть бути використані при визначенні геометрії периферійного відкритого гвинтового каналу для обережного, не травмуючого завантаження силосів зерновим матеріалом.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть направлені на виявлення впливу ударних імпульсів на структуру зерна, що завантажуються у силоси за допомогою ПВГК.

References

1. Boumans, D. (1991). *Effektivnaya obrabotka i khraneniye zerna*. Moskva: Transport [In Russian].
2. Trisvyatskiy, L. A. (1985). *Khraneniye zerna*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
3. Shatokhin, I. P., Orobinskiy, V. I., & Popov, A. Ye. (2015). Modelirovaniye dvizheniya potoka v gravitatsionnom separatore. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvenogo Universiteta*, 4 (47), 72–79. [In Russian].
4. Samoilenko, T. V., Arendarenko, V. M., & Antonets, A. V. (2020). Kinematics of grain movement on a spiral device with variable angle of descent. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 267–274. doi: 10.31210/visnyk2020.01.31
5. Arendarenko, V., Antonets, A., Ivanov, O., Dudnikov, I., & Samoylenko, T. (2021). Building an analytical model of the gravitational grain movement in an open screw channel with variable inclination angles. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(7 (111)), 100–112. doi: 10.15587/1729-4061.2021.235451
6. M. Moya, M. Guaita, P. Aguado, & F. Ayuga. (2006). Mechanical properties of granular agricultural materials, part 2. *Transactions of the ASABE*, 49 (2), 479–489. doi: 10.13031/2013.20403
7. Melnyk, V. I., & Samoilenko, T. V. (2018). Analiz napryamkiv udoskonalennya konstruktsiy prystroyiv dlya zavantazhennya sylosiv. *Inzheneriya pryrodokorystuvannya*, 1 (9), 83–91. [In Ukrainian].
8. Samoilenko, T. V., Ivanov, O. M., Melnyk, V. I., & Arendarenko, V. M. (2018). Patent KM: 129364, Kyiv: Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy [In Ukrainian].
9. Arendarenko, V. M., Antonets, A. V., Savchenko, N. K., Samoilenko, T. V., & Ivanov, O. M. (2020). Calculation model of grain gravitation movement in sloping passage with discrete variable inclination angle. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 273–282. doi: 10.31210/visnyk2020.04.35
10. Antonets, A. V., Arendarenko, V. M., & Savchenko, N. K. (2021). Optymal'ne spivvidnoshennya kutiv nakhylyu pry rusi zerna u pokhylomu kanali. *Zbirnyk naukovykh prats' nauково-praktychnoyi konferentsiyi profesors'ko-vykladats'koho skladu Poltavs'koyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi*. Poltava [In Ukrainian].

11. Arendarenko, V. M., Samoilenko, T. V., & Ivanov, O. M. (2021). Investigation of grain material movement on gravitation installation trays. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 302-309. doi: 10.31210/visnyk2021.01.38
12. Khaylis, G. A. (1994). *Mekhanika rastitel'nykh materialov*. Kiev: Izdatel'stvo UAAN [In Russian].
13. Dolgunin, V.N., Borshchev V.Ya. (2005). *Bystrye gravitatsionnye techeniya zernistykh materialov: Tekhnika izmereniya zakonomernosti, tekhnologicheskoe primeneniye*. Moskva: Isdatelstvo Mashinostroenie-1 [In Russian].
14. Leybovich, N. V. (2016). *Teoriya udara v zadachakh i primerakh: uchebnoe posobiye*. Khabarovsk: Izdftel'stvo Tikhookeanskogo GU [In Russian].
15. Manzhosov, V. K. (2006). *Modeli prodol'nogo udara*. Ulyanovsk: Izdatel'stvo ULGTU [In Russian].
16. Panovko Ya. G. (1977). *Vvedeniye v teoriyu mekhanicheskogo udara*. Moskva: Nauka [In Russian].
17. Tverdokhlib I. V. (2017). Dynamika rukhu chastynky v sypkomu zernovomu seredovyshhi. *Vibracija v Tekhnici ta Tekhnologhijakh*, 3 (86), 128-135 [In Ukrainian].
18. Sevidzh, S. (1985). Gravitatsionnoe techenie nesvyazannykh granulirovannykh materialov. *Mekhanika granulirovannykh sred: Teoriya bystrykh dvizheniy* (pp. 86–146). Moskva: Mir [In Russian].
19. Samoylenko, T. V., Antonets, A. V. Arendarenko, V. M., & Melnyk, V. I. (2021). Modelyuvannya udarnoyi vzayemodiyi zerna z plaskoyu tverdoyu poverkhneyu. *Inzheneriya Pryrodokorystuvanny*, 1 (19), 63-68. doi: 10.37700/enm.2021.1(19).63-68 [In Ukrainian].
20. Samoilenko, T. V., Arendarenko, V. M., Antonets, A. V., & Koshova, O. P. (2021). On impact interaction of falling wheat grain on rigid concrete silo base. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 259-265. doi: 10.31210/visnyk2021.02.34

Стаття надійшла до редакції: 25.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Арендаренко В. М., Самойленко Т.В., Антонець А. В., Іванов О. М., Япринець Т. С., Флегантов Л. О. Обґрунтування частоти співудару зернівок у зерновому потоку, що рухається у гравітаційній установці. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 201–206.

© Арендаренко Володимир Миколайович, Самойленко Тетяна Володимирівна, Антонець Анатолій Вікторович, Іванов Олег Миколайович, Япринець Тетяна Сергіївна, Флегантов Леонід Олексійович, 2022