



ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

4'2019

Матеріали друкуються
мовами оригіналів –
українською та англійською

Науково-виробничий
фаховий журнал
2019, № 4 (95)

**ВІСНИК
ПОЛТАВСЬКОЇ
ДЕРЖАВНОЇ
АГРАРНОЇ
АКАДЕМІЇ**

**BULLETIN
OF POLTAVA
STATE
AGRARIAN
ACADEMY**

Адреса редакції:

36003, м. Полтава,
вул. Г. Сковороди, 1/3,
Полтавська державна
аграрна академія,
редакційно-видавничий відділ
e-mail: visnyk@pdaa.edu.ua
<https://www.pdaa.edu.ua>
<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>
<https://doi.org/10.31210/visnyk>

ЗАСНОВНИК –

Полтавська державна
аграрна академія.
Видається з грудня 1998 року.
Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 17244-6014 ПР від 21.10.2010 р.

© «Вісник Полтавської державної
аграрної академії», 2019



POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

4'2019

Materials are published in original
languages – Ukrainian and English

**Scientific and production
professional journal**
2019, № 4 (95)

**ВІСНИК
ПОЛТАВСЬКОЇ
ДЕРЖАВНОЇ
АГРАРНОЇ
АКАДЕМІЇ**

**BULLETIN
OF POLTAVA
STATE
AGRARIAN
ACADEMY**

Editorial board address:

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

FOUNDER –

Poltava State Agrarian Academy.
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, 2019

Затверджено ВАК України як фахове видання з сільськогосподарських, ветеринарних і технічних наук. Журнал включений до переліку № 10 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (додаток до постанови Президії ВАК України від 12.06.2002 р. № 1-05/6 (чинний до 01.08.2010 р.), постанова Президії ВАК України від 27.05.2009 р. № 1-05/2, від 22.12.2010 р. № 1-05/8 та від 23.02.2011 р. № 1-05/2), додаток 6 до наказу Міністерства освіти і науки України від 6.11.2014 р. № 1279.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова Редакційної ради

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

Головний редактор

О. О. ГОРБ, канд. с.-г. наук, (Україна)

Заступники голови Редакційної ради

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

Т. О. ЧАЙКА, канд. екон. наук (Україна)

Заступник головного редактора

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

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ РАДИ

Редакційна колегія з галузі «Сільське господарство»:

А. ДОЛГАНЬЧУК-ШЬРУДКА, д-р габ. (Польща)

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

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

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

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

Н. М. ОПАРА, канд. с.-г. наук, (Україна)

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

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

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

М. РАЙФУР, д-р габ. (Польща)

Т. П. РОМАШКО, канд. хім. наук (Україна)

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

А. М. ШОСТЯ, канд. с.-г. наук, (Україна)

Редакційна колегія з галузі «Ветеринарна медицина»:

А. А. АНТІПОВ, канд. вет. наук (Україна)

В. П. БЕРДНИК, д-р вет. н. (Україна)

О. О. БОЙКО, канд. біол. наук (Україна)

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

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

Б. П. КИРИЧКО, д-р вет. н. (Україна)

Л. М. КОРЧАН, канд. вет. наук (Україна)

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

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

С. М. КУЛИНИЧ, д-р вет. н. (Україна)

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

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

О. Б. ПРИЙМА, канд. вет. наук (Україна)

Редакційна колегія з галузі «Технічні науки»:

О. В. ГОРИК, д-р тех. наук (Україна)

І. А. ДУДНІКОВ, канд. тех. наук (Україна)

С. Б. КОВАЛЬЧУК, канд. тех. наук (Україна)
О. М. КОСТЕНКО, д-р тех. наук (Україна)
В. М. САКАЛО, канд. тех. наук (Україна)
В. О. СУКМАНОВ, д-р тех. наук (Україна)
В. О. ШЕЙЧЕНКО, д-р тех. наук (Україна)

Члени Ради почесних членів:

А. БРЗОЗОВСКА, д-р екон. наук (Польща)
З. ДАЦКО-ПІКІЄВІЧ, д-р габ. (Польща)
О. ПЕРЕХОЖУК, д-р екон. наук (Німеччина)
В. М. САМОРОДОВ, заслужений винахідник України (Україна)

Журнал рекомендовано до друку за рішенням вченої ради Полтавської державної аграрної академії (протокол № 10 від 19.12.2019 р.)

Назва, концепція, зміст і дизайн «Вісника ПДАА» є інтелектуальною власністю Полтавської державної аграрної академії 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), SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ELIBRARY.RU, ELECTRONIC PORTAL VSENAUKI.RU, 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 Полтавської державної аграрної академії: 36003, м. Полтава, вул. Г. Сковороди, 1/3, корп. 4, каб. 510,
e-mail: visnyk@pdaa.edu.ua

Has been approved by the Higher Attestation Commission as a specialized publication on agricultural, veterinary, and technical sciences. The journal is included in the list No. 10 of scientific professional publications of Ukraine in which the results of dissertation papers for the scientific degrees of Doctor and Candidate of Sciences can be published (Supplement to Resolution of the Presidium of the Higher Attestation Commission of Ukraine of June 12, 2002 No. 1-05/6 (valid till August 01, 2010), the Resolution of the Presidium of the Higher Attestation Commission of Ukraine of 27 May 2009 No. 1-05/2 of December 22, 2010 No. 1-05/8 and of February 23, 2011 No. 1-05/2), Annex 6 to Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine of November 06, 2014 No. 1279.

EDITORIAL BOARD:

Chief of Editorial Council

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

Editor-in-chief

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

Deputy Head of Editorial Council

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

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

Deputy Chief Editor

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

MEMBERS OF THE EDITORIAL COUNCIL

Editorial board in the field of «Agriculture»:

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

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

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

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

M. M. MARENYCH, 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, Cand. 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, Cand. 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 Academy (Minutes No. 10 of 19.12.2019).

The title, conception, content, and design of the «Bulletin of Poltava State Agrarian Academy» are intellectual property of Poltava State Agrarian Academy 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), SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ELIBRARY.RU, ELECTRONIC PORTAL VSENAUKI.RU, УКРАЇНКА НАУКОБА, 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 Academy: 36003, 1/3, Skovorody str., Poltava, building 4, office 510, e-mail: visnyk@pdaa.edu.ua

ЗМІСТ

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

<i>Гангур В. В., Сахацька В. М.</i> Мікробіологічна активність ґрунту за різних способів обробітку	13
<i>Шевніков Д. М.</i> Формування врожайності пшениці твердої ярої залежно від мінеральних добрив та мікробіологічних препаратів в умовах Лівобережного Лісостепу	20
<i>Маслійов С. В., Коржова Н. О., Ярчук І. І., Люклянчук В. Ф.</i> Вплив різних видів мінерального живлення на ріст і розвиток ячменю ярого в зоні Степу України.....	28
<i>Подгаєцький А. А., Коваленко В. М., Гнітецький М. О.</i> Уміст сухої речовини в бульбах потомства від беккросування та схрещування сортів картоплі.	36
<i>Маренич М. М., Капленко В. О., Коба К. В., Голуб О. Р.</i> Особливості управління врожайністю кукурудзи в умовах нестійкого зволоження	43
<i>Лихочвор В. В., Андрушко М. О.</i> Вплив норм висіву гороху на елементи структури та врожайність зерна	51
<i>Ляшенко В. В., Лотиш І. І., Тараненко А. О., Крикунова В. Ю., Кундиус К. О.</i> Вплив азотних добрив на урожайність та якість насіння сої.	58
<i>Тараненко С. В., Чайка Т. О., Тюпка Я. М.</i> Агроекономічна ефективність різних способів основного обробітку ґрунту на посівах кукурудзи	66
<i>Поспелов С. В., Чеботарьова Л. В., Поспелова Г. Д., Корнієнко А. О.,</i> Оцінка біологічної активності фітолектинів пшениці озимої.	73

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

<i>Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Добровольська Ю. В., Губченко О. М.</i> Використання експертних методів у системі управління сферою поводження з твердими побутовими відходами регіону.	83
<i>Гловин Н. М., Павлів О. В.</i> Екологічний моніторинг забруднення ґрунту прискладської території непридатних та заборонених до використання хімічних засобів захисту рослин Тернопільської області	92
<i>Колєснікова Л. А., Галицька М. А., Піщаленко М. А., Бараболя О. В., Чубук Д. І., Литвишко О. А.</i> Реакція сільськогосподарських рослин на забруднення ґрунту нафтою.....	100
<i>Зимароєва А. А., Писаренко П. В.</i> Просторовий взаємозв'язок властивостей ґрунту та урожайності кукурудзи	108

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

<i>Мартишук Т. В., Гутий Б. В., Халак В. І., Стадницька О. І. Тодорюк В. Б.</i> Стан імунної системи поросят за дії кормової добавки «БУТАСЕЛМЕВІТ-ПЛЮС»	116
<i>Усенко С. О., Сябро А. С., Березницький В. І., Чухліб Є. В., Слинько В. Г., Мироненко О. І.</i> Новітні аспекти мінерального живлення свиней	126
<i>Шостя А. М., Ємець Я. М., Кузьменко Л. М., Мороз О. Г., Ступарь І. І.</i> Вплив гомогенату трутневих личинок на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свинок у період статевого дозрівання	134
<i>Степченко Л. М., Павлова І. В., Шостя А. М., Галузіна Л. І., Кравченко О. І., Маслак М. М.</i> Вплив речовин гумінової природи на якість спермопродукції у кнурів-плідників під час теплового стресу	141

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

<i>Звенігородська Т. В., Худолій І. В.</i> Хронічний гінгівостоматит свійських котів	147
<i>Щербакова Н. С., Максимова Ю. Ю.</i> Вплив токсичних елементів на органолептичні показники молока	153
<i>Палій А. П., Завгородній А. І., Бондарчук А. О.</i> Бактерицидні властивості засобу «DOROSEPT SUPER» щодо мікобактерій	159
<i>Богатко Н. М.</i> Токсико-біологічна оцінка м'яса забійних тварин за умови оброблення мийно-дезінфікуючими засобами при виробництві та обігу	166
<i>Голопура С. І., Цвіліховський М. І.</i> Вплив нативних ліпосом та препарату «Мембраностабіл» на експресію білків плазмолемі ентероцитів телят під час формування колострального імунітету	176
<i>Сапко С. А.</i> Дослідження щодо ефективності використання кормових добавок для собак та кішок	183
<i>Кручиненко О. В., Лісний М. О.</i> Ефективність акарицидних препаратів у хворих на псороптоз кролів і їх вплив на гематологічні показники	191
<i>Прийма О. Б., Стибель В. В., Мазур І. Я.</i> Особливості екзогенного розвитку трихурисів, виділених від домашніх кіз (<i>Capra hircus</i> Linnaeus, 1758)	198
<i>Постой Р. В., Карповський В. І., Шостя А. М., Усенко С. О., Карунна Т. І., Шаферівський Б. С.</i> Вплив кортико-вегетативних механізмів регуляції на вміст лактату, пірувату та їх співвідношення у крові свиноматок	205
<i>Юськів І. Д., Мельничук В. В.</i> Діагностична ефективність сучасних методів копроовоскопії за амідостомозу гусей	212
<i>Нагорна Л. В., Рисований В. І.</i> Поширення неоаскарозу телят в умовах фермерських господарств Сумської області	218

<i>Локес-Крупка Т. П., Бурда Т. Л., Цвіліховський М. І.</i> Вплив раціонів на розвиток надмірної маси тіла собак порід середнього розміру.....	224
--	-----

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

<i>Орленко Н. С., Лещук Н. В., Симоненко Н. В., Таганцова М. М., Стадніченко О. А.</i> Особливості використання засобів machine learning під час ідентифікації подібних сортів рослин (на прикладі <i>Lactuca sativa L. var. capitata</i>)	233
<i>Романяк В. І., Келемеш А. О., Горбенко О. В.</i> Дослідження токсичності відпрацьованих газів дизельних двигунів при деактивації частини циліндрів.	241
<i>Лапенко Г. О., Лапенко Т. Г., Маренич М. В., Кузьменко О. І.</i> Вплив якості садіння коренеплодів на врожайність насіння цукрових буряків	250

CONTENTS

AGRICULTURE. PLANT GROWING

<i>Hanhur V. V., Sakhatska V. M.</i> Soil microbiological activity under different tillage methods	13
<i>Shevnikov D. M.</i> The formation of hard spring wheat yield depending on mineral fertilizers and microbiological preparations in the conditions of Left-Bank Forest-Steppe.....	20
<i>Masliiov S. V., Korzhova N. A., Yarchuk I. I., Luklyanchuk V. F.</i> The impact of different kinds of mineral nutrition on growth and development of spring barley in the Steppe zone of Ukraine.....	28
<i>Podhaietskyi A. A., Kovalenko V. M., Hnitetskiy M. O.</i> Dry matter content in potato tubers at backcrossing and crossing potato varieties	36
<i>Marenych M. M., Kaplenko V. O., Koba K. V., Holub O. R.</i> Peculiarities of corn yield management under unstable moistening	43
<i>Lykhochvor V. V., Andrushko M. O.</i> Influence of pea sowing rates on structural elements and grain yields	51
<i>Liashenko V. V., Lotysh I. I., Taranenko A. O., Krykunova V. Yu., Kundyus K. O.</i> The influence of nitrogen fertilizers on soybean yields and seed quality	58
<i>Taranenko S. V., Chaika T. O., Tiupka Ya. M.</i> Agro-economic efficiency of different basic soil tillage methods on maize areas	66
<i>Pospielov S. V., Pospielova G. D., Kornienko A. O., Chebotarova L. V.</i> Evaluation of the biological activity of winter wheat phytoelectins	73

AGRICULTURE. ECOLOGY

<i>Pysarenko P. V., Samoilik M. S., Dyachenko O. Yu., Dobrovolska Yu. V., Hubcheko O. M.</i> Using expert methods in the system of solid domestic waste management in the region	83
<i>Glovyn N. M., Pavliv O. V.</i> Environmental monitoring of soil pollution with unused and prohibited chemical plant protection means near warehouses in Ternopil region.....	92
<i>Kolesnikova L. A., Galytska M. A., Pischalenko M. A., Barabolia O. V., Chubuk D. I., Litvishko O. A.</i> Reaction of crops on soil pollution with oil	100
<i>Zymarioieva A. A., Pysarenko P. V.</i> spatial relationships between soil properties and maize yield.....	108

AGRICULTURE. ANIMAL BREEDING

<i>Martyshuk T. V., Gutyj B. V., Todoriuk V. B., Khalak V. I., Stadnits'ka O. I.</i> The state of piglet immune system under the action of "BUTASELMEVIT-PLUS" feed additive ...	116
--	-----

<i>Usenko S. O., Siabro A. S., Bereznytskyi V. I., Chukhlib Ye. V., Slynko V. G., Myronenko O. I.</i> The latest aspects of pig mineral nutrition.....	126
<i>Shostya A. M., Yemets Ya. M., Kuzmenko L. M., Moroz O. G., Stupar I. I.</i> The influence of drone larvae homogenate on prooxidant-antioxidant homeostasis in gilts in the period of puberty	134
<i>Stepchenko L. M., Galyzina L. I., Pavlova I. V., Shostya A. M., Kravchenko O. I., Maslak M. M.</i> The influence of humic nature substances on the quality of sperm production in breeding boars during heat stress	141

VETERINARY MEDICINE

<i>Zvenihorodska T. V., Hudoliy I. V.</i> Chronic gingivostomatitis of domestic cats	147
<i>Shcherbakova N. S., Maksymova Yu. Yu.</i> The influence of toxic elements on organoleptic milk indicators.....	153
<i>Paliy A. P., Zavgorodniy A. I., Bondarchuk A. O.</i> Bactericidal properties of the “DOROSEPT SUPER” agent for mycobacteria	159
<i>Bogatko N. M.</i> Toxic- biological assessment of slaughter animal meat at treating with detergent-disinfection agents in production and turnover.....	166
<i>Holopura S. I., Tsvilikhovsky M. I.</i> The effect of native liposomes and “membranostabil” preparation on protein expression of calves’ enterocytes plasmolemma during the formation of colostrum immunity	176
<i>Sapko S. A.</i> Study ing the effectiveness of feed supplements for dogs and cats	183
<i>Kruchynenko O. V., Lisnyi M. O.</i> The effectiveness of acaricidal preparations at rabbit psoroptic mange and their influence on hematological indices.....	191
<i>Prijma O. B., Stybel V. V., Mazur I. Ya.</i> Features of exogenic development of trichurises separated from domestic goats (<i>Capra hircus</i> Linnaeus, 1758)	198
<i>Postoi R. V., Karpovskyi V. I., Shostya A. M., Usenko S. O., Karunna T. I., Shaferivsky B. S.</i> Influence of cortical-vegetative regulation mechanisms on lactate, pyruvate content and their correlation in sows’ blood	205
<i>Yuskiv I. D., Melnychuk V. V.</i> Diagnostic effectiveness of modern coproovoscopic methods for goose amidostomosis	212
<i>Nagorna L. V., Risovaniy V. I.</i> Spreading of calf neoascariosis on farms of Sumy region.....	218
<i>Lokes-Krupka T. P., Burda T. L., Tsvilikhovsky M. I.</i> Effect of rations on the development of excessive body weight of medium-breed dogs.....	224

TECHNICAL SCIENCES

<i>Orlenko N. S., Leschuk N. V., Symonenko N. V., Tagantsova M. M., Stadnichenko O. A.</i> Peculiarities of using machine learning tools during identification of similar plant varieties (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capitata</i> as example)	233
---	-----

<i>Romaniak V. I., Kelemesh A. O., Gorbenko O. V.</i> Researching the toxicity of diesel engines exhaust gases at deactivating part of cylinders	241
<i>Lapenko H. O., Lapenko T. H., Marenych M. V., Kuzmenko O. I.</i> The influence of beet root planting quality on the yield of sugar beet seeds.....	250



SOIL MICROBIOLOGICAL ACTIVITY UNDER DIFFERENT TILLAGE METHODS

V. V. Hanhur,

ORCID ID: [0000-0002-5619-492X](https://orcid.org/0000-0002-5619-492X), E-mail: volodimirganguur@gmail.com,

V. M. Sakhatska,

E-mail: valeria.sakhatskaya@gmail.com,

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., 1/3, Poltava, 36000, Ukraine

Soybean (*Glycine hispida* L.) is important in solving the problem of human nutrition and livestock development, as a valuable food, feed and industrial crop, and also the source of high-grade proteins, vitamins and trace elements. Its cultivation is an important factor in regulating soil biological activity, in particular, microbiological processes, intensity of symbiotic nitrogen fixation on soybean areas. Therefore, it is important to develop technological practices for managing the activity of microbiological processes in the arable soil layer on soybean areas. The purpose of the research was to find out the effect of ordinary plowing, soil loosening with different tillage implements on the activity of cellulose-decomposing bacteria of the plowed soil layer on soybean areas. The following scientific methods were used in the research process: analysis, synthesis, field, and statistical. The results of the conducted researches show that the highest indices of microbiological activity were detected in the soil layer of 20–30 cm – 21.3–22.1 % and the lowest (17.3–19.1 %) – in the layer of 10–20 cm against the background of plowing to the depth of 20–22 cm. It was determined that at loosening the soil with flat type working implements (depth 14–16 cm), as well as at shallow soil tillage to the depth of 12–14 cm the intensity of linen tissue decomposition was lower than at plowing. The research shows that, against the background of basic soil tillage, biological activity decreased in the soil layer from 0–10 cm to 20–30 cm on the average by 9.2 % at flat type tillage and 7.9 % at the minimum tillage system. According to the research results, it was established that using different machinery for pre-sowing soil tillage significantly influenced the changing of soil biological activity in the layer of 0–30 cm. It was found that the highest degree of linen fabric decomposition was under pre-sowing soil tillage with AG-4 “Scorpion-1” (20.3 %), and at conducting this technological operation with USMK – 5.4 cultivator, the above mentioned indicator decreased to 19.8 %; at tilling with KPS-4,0 (19.2 %) against the background of plowing with PLN-3-35.

Keywords: soybean, soil tillage methods, soil tillage equipment, soil biological activity, seed inoculation.

МІКРОБІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ

В. В. Гангур, В. М. Сахатська,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Важливим фактором регулювання біологічної активності ґрунту, зокрема мікробіологічних процесів, інтенсивності симбіотичної азотфіксації посівів сої (*Glycine hispida* L.) є його обробіток. Тому актуальним є розроблення технологічних заходів управління активністю мікробіологічних процесів в орному шарі ґрунту на посівах сої. Метою досліджень було з'ясувати вплив звичайної оранки, безпліцевих розпушувачів ґрунту різними ґрунтообробними знаряддями на активність целюлозоруйнуючих бактерій орного шару ґрунту в посівах сої. У процесі дослідження використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Результати проведених досліджень свідчать, що найвищі показники мікробіологічної активності відмічені в шарі ґрунту 20–30 см – 21,3–22,1 %, найнижчі (17,3–19,1 %) – у шарі 10–20 см на фоні проведення оранки на глибину 20–22 см. Встанов-

лено, що за умови розпушування ґрунту робочими органами плоско різного типу (на глибину 14–16 см), а також і мелкого обробітку ґрунту на глибину 12–14 см, інтенсивність розкладання лляної тканини була нижчою порівняно з оранкою. Дослідження свідчать, що на фонах основного обробітку ґрунту, які вивчалися, біологічна активність знижувалася залежно від шару ґрунту: 0–10 см до 20–30 см в середньому на 9,2 % за умови плоскорізного обробітку та на 7,9 % у разі мінімальної системи обробітку. За результатами досліджень відзначено, що використання різних агрегатів для проведення передпосівного обробітку ґрунту суттєво впливало на зміну біологічної активності ґрунту в шарі 0–30 см. З'ясовано, що найвищий ступінь розкладання лляної тканини був за умови передпосівного обробітку ґрунту АГ-4 «Скорпіон-1» (20,3 %), а в разі виконання цієї технологічної операції культиватором УСМК-5,4 вищезазначений показник зменшився до 19,8 % за культивування КПС-4,0 (19,2 %) на фоні оранки ПЛН-3-35.

Ключові слова: соя, способи обробітку ґрунту, ґрунтообробні знаряддя, біологічна активність ґрунту, інокулювання насіння.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ

В. В. Гангур, В. Н. Сахацкая,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Важным фактором регулирования биологической активности почвы, в частности микробиологических процессов, является его обработка. Поэтому актуальным является разработка технологических мероприятий управления активностью микробиологических процессов в пахотном слое почвы на посевах сои. Целью исследований было выяснить влияние обычной вспашки, безотвального рыхления почвы различными почвообрабатывающими орудиями на активность целлюлозоразлагающих бактерий пахотного слоя почвы в посевах сои. В процессе исследования использованы следующие научные методы: анализ, синтез, полевой, статистический. Результаты проведенных исследований показывают, что высокие показатели микробиологической активности отмечены в слое 20–30 см – 21,3–22,1 %, самые низкие (17,3–19,1 %) – в слое 10–20 см на фоне проведения вспашки на глубину 20–22 см. Установлено, что при рыхлении почвы рабочими органами плоскорезного типа (на глубину 14–16 см), а также и мелкой обработки почвы на глубину 12–14 см интенсивность разложения льняной ткани была ниже по сравнению со вспашкой.

Ключевые слова: соя, способы обработки почвы, почвообрабатывающие орудия, биологическая активность почвы, инокуляция семян.

Вступ

Соя належить до найважливіших зернобобових культур світового землеробства. Вирощування її відіграє важливу роль у складному процесі кругообігу речовин у природі. За рахунок післязбиральних решток та кореневої системи у ґрунт надходить 80–100 кг/га біологічно зв'язаного азоту [14].

Розв'язуючи проблеми біологічного азоту в землеробстві, важливо спрямовувати агротехнічні прийоми технології вирощування на підвищення інтенсивності біологічної фіксації і збільшення питомої маси біологічного азоту в урожаї зерна та соломи [2, 15, 18, 19].

Біологічна активність є важливим показником для розуміння та оцінки процесів трансформації органічної речовини, мобілізації поживних елементів, що визначають рівень потенційної та ефективної родючості ґрунтів [20].

Важливим фактором регулювання біологічної активності ґрунту, зокрема мікробіологічних процесів є його обробіток. Саме спосіб та глибина обробітку має значний вплив на біогенність ґрунту – активність мікробіологічних процесів, які впливають на динаміку вмісту гумусу, рухомих форм поживних елементів та ін. В окультурених чорноземах збільшується порівняно з цілиною кількість мікроорганізмів [6, 21, 22].

Дія різних заходів, способів і глибини обробітку змінює будову ґрунту, що значною мірою позначається на водному, повітряному, тепловому й поживному його режимах. Це впливає на напрямок, характер та інтенсивність мікробіологічних процесів, що відбуваються у ґрунті. Застосування в оптимальних нормах та співвідношеннях мінеральних і органічних добрив створює сприятливі умови для

життєдіяльності мікроорганізмів, завдяки цьому поліпшується поживний режим і гумусовий стан орного шару [16]. Завдяки обробітку ґрунту активність мікробіологічних процесів у ньому збільшується. У розпушеному й ущільненому ґрунті процеси амоніфікації відбуваються неоднаково. Підвищення аерації поліпшує активізацію життєдіяльності аеробних мікроорганізмів [8]. Оранка підвищує інтенсивність амоніфікації та нітрифікації порівняно з безполицевим обробітком ґрунту. У разі заміни оранки поверхневим обробітком біологічна активність ґрунту зменшується [3]. Як відмічають деякі дослідники [10, 7], оранка (20–25 см) зумовлює збільшення кількості основних фізіологічних груп ґрунтових мікроорганізмів порівняно з іншими видами мілкового обробітку на глибину 8–10 см та поверхневого – на 6–8 см.

Обробіток ґрунту без обертання скиби в північних районах України значно підвищує чисельність усіх груп мікроорганізмів у шарі ґрунту 0–20 см за деякого загального зниження їх кількості порівняно з оранкою на 22–27 см, а особливо глибокою (на 30–40 см), в нижній частині 40-сантиметрового шару ґрунту [11].

Як зазначає М. С. Чижова, глибина загортання рослинних решток більшою мірою впливає на целюлозоруйнівну активність ґрунту, а саме: збагачення верхнього шару органічними рештками при плоскорізному обробітку ґрунту посилює розмноження в ньому грибів та бактерій, які розкладають целюлозу, що підвищує целюлозоруйнівну активність порівняно з оранкою. В шарі 10–20 см краще розкладання органічної речовини спостерігається в разі полицевого обробітку [13].

В. М. Гармашов [4] відмічає, що навіть за умови «холодного» вегетаційного періоду інтенсивність руйнування лляного полотна в шарі 0–40 см була вищою при плоскорізному обробітку, ніж за оранки.

Вивчення кількості і складу мікрофлори у ґрунті [1, 17] на варіантах з оранкою і нульовим обробітком показало, що в останньому біологічна активність ґрунту була вищою. При оранці багатий на рослинні рештки шар розміщується на глибині 15–20 см, а при ґрунтозахисному обробітку – в шарі 0–10 см, що й забезпечує підвищення біологічної активності в цьому варіанті.

У дослідженнях Інституту зернових культур встановлено тенденцію до підвищення активності розкладання лляного полотна за полицевого обробітку ґрунту та чизелювання на неудобрених варіантах у зв'язку з кращими умовами аерації, зволоженості ґрунту та більш глибоким загортанням рослинних решток. Мілке дискування призводить до гальмування мікробіологічної активності та нітрифікації внаслідок погіршення агрофізичних властивостей орного шару й локалізації в обмеженому ґрунтовому середовищі великої кількості післяжнивних решток [12].

Мета досліджень – вивчити вплив звичайної оранки, безполицевих розпушувань ґрунту різними ґрунтообробними знаряддями на активність целюлозоруйнівних бактерій орного шару ґрунту в посівах сої.

Завдання дослідження: вивчити вплив мікробіологічного препарату комплексної дії Ризогумін на біологічну активність ґрунту в посівах сої; дослідити вплив різних способів основного обробітку ґрунту на його біологічну активність.

Матеріали і методи досліджень

Польові дослідження проведено на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН), протягом 2017–2019 рр. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий.

Агрохімічна характеристика ґрунту: вміст гумусу в горизонті 0–20 см 4,9–5,2 %. Ємкість поглинання в орному шарі досить висока – 33,0–35,0 мг-екв. на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину слабокисла, рН – 6,3; гідролітична кислотність – 1,6–1,9 мг-екв. на 100 г ґрунту; легкогідролізованого азоту (за Тюрінім і Коновою) – 5,44–8,10 мг, 10–15 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16–20 мг на 100 г ґрунту калію (за Масловою).

Метод проведення досліджень – польовий. Повторність триразова, розміщення варіантів і повторень – рендомізоване. Посівна площа ділянки – 160 м², облікової – 72 м². Попередник – озима пшениця. Соя сорту Спритна. Спосіб сівби – звичайний рядковий з шириною міжрядь 15 см. Норма висіву сої 550 тис. схожих насінин на гектар. У фазі раннього розвитку бур'янів (до 2–3 листків у злакових та до 4–6 у дводольних) проводили обприскування гербіцидом Фабіан з нормою витрати 100 г/га + ПАВ Аджо – 200 г/га.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Активність розкладання целюлози визначалася в кожному 10-см прошарку до глибини обробітку (0–30 см) методом «аплікації», коли зазначена наважка лляної тканини (бязі) й поліетиленової плівки закладаються у ґрунт на відповідну глибину. Ступінь розкладання целюлози визначали через 45 днів після закладання. Інтенсивність розкладання лляної тканини відображає хід мобілізаційних процесів і побічно вказує на наявність доступних форм азоту.

Погодні умови при проведенні досліджень мали певні відмінності як за роками, так і порівняно із середніми багаторічними їх значеннями. Найбільш сприятливими для сої були погодні умови вегетаційного періоду 2018 року. 2017 року формування високої продуктивності культури обмежувалося високою температурою повітря і дефіцитом опадів у липні й серпні, а 2019 року – протягом червня–серпня.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз отриманих експериментальних даних щодо біологічної активності ґрунту залежно від системи обробітку ґрунту під сою показав, що активність целюлозоруйнівних бактерій орного шару ґрунту в середньому за роки досліджень дещо відрізнялася між варіантами основного обробітку (табл. 1).

1. Біологічна активність ґрунту в умовах різних способів обробітку в посівах сої, % (середнє за 2017–2019 рр.)

Варіанти досліджу		Шар ґрунту, см		
		0–10	10–20	20–30
Оранка на глибину 20–22 см, ПЛН-3-35	<i>a</i> *	19,7	17,3	21,6
	<i>b</i>	20,3	18,7	21,3
	<i>c</i>	20,5	19,1	22,1
Плоскорізний обробіток на глибину 14–16 см, КПП-2,2	<i>a</i>	18,3	17,5	16,7
	<i>b</i>	18,4	17,4	16,1
	<i>c</i>	19,2	18,6	18,1
Мілкий обробіток на глибину 12–14 см, АКШ-5,6	<i>a</i>	19,1	18,4	17,8
	<i>b</i>	18,8	17,4	16,9
	<i>c</i>	19,7	19,4	18,4
V%		4,1	4,5	12,3
НІР ₀₅		0,9	0,9	2,6

Примітка: **a* – передпосівний обробіток КПС-4,0, *b* – передпосівний обробіток УСМК-5,4, *c* – передпосівний обробіток АГ-4 «Скорпіон-1».

Незалежно від передпосівного обробітку ґрунту на фоні оранки найвищі показники мікробіологічної активності відмічені в шарі ґрунту 20–30 см – 21,3–22,1 %, найнижчі (17,3–19,1 %) – у шарі 10–20 см. На нашу думку, насамперед це викликано тим, що за умови оранки на глибині 20–30 см знаходилася найбільша кількість рослинних решток, завдяки яким і підвищувалася ефективність роботи ґрунтових мікроорганізмів.

Наші результати підтверджують і дослідження І. В. Карпенка, Ж. Ц. Різикі, які зазначають, що при оранці створюються сприятливі умови для розвитку мікробіологічних процесів [5].

Як за умови плоскорізного типу обробітку ґрунту, так і за умови мілкого розкладання лляної тканини було менш інтенсивним порівняно з оранкою і спостерігалось в шарі ґрунту 0–10 см на рівні 18,3–19,2 %, 10–20 см – 17,4–18,6 %, 20–30 см – 16,1–18,1 %.

Зі збільшенням глибини із 0–10 см до 20–30 см, за даних обробітків ґрунту, біологічна активність знижувалася в середньому на 9,2 % за плоскорізного обробітку, та на 7,9 % – за мінімальної системи обробітку.

Проте варто відмітити, що незалежно від виду основного обробітку ґрунту та його глибини вищу біологічну активність ґрунту забезпечував передпосівний обробіток агрегатом АГ-4 «Скорпіон-1». На нашу думку, саме за умови такого обробітку, завдяки оптимальній щільності та вологості, створюва-

лися найкращі умови для біоти ґрунту.

Адже, як зазначає Ф. Т. Моргун зі співавторами, саме в результаті поверхневого обробітку забезпечується краще перемішування органічних решток з ґрунтом, внаслідок чого покращується їхня взаємодія з ґрунтовою мікрофлорою, що прискорює розкладання та мінералізацію органічної речовини [9].

Щодо біологічної активності за роками досліджень, то потрібно відмітити, що незалежно від передпосівного обробітку найвищий ступінь розкладання лляної тканини був 2017 року, погодні умови якого сприяли ефективній роботі ґрунтових мікроорганізмів (табл. 2). На фоні оранки ступінь розкладання лляної тканини відбувався найінтенсивніше і складав 20,5–21,1 %, за умови плоскорізного обробітку – 17,2–18,9 % та мілкого – 18,2–19,3 %.

2. Целюлозоруйнівна активність ґрунту в орному шарі (0–30 см) в умовах різних способів обробітку за роки досліджень, %

Варіанти досліджу		Роки досліджень		
		2017 р.	2018 р.	2019 р.
Оранка на глибину 20–22 см, ПЛН-3-35	<i>a*</i>	20,5	18,7	19,0
	<i>b</i>	20,5	19,2	20,2
	<i>c</i>	21,1	20,0	20,2
Плоскорізний обробіток на глибину 14–16 см, КПП-2,2	<i>a</i>	17,8	17,0	17,4
	<i>b</i>	17,2	17,1	17,2
	<i>c</i>	18,9	18,5	18,2
Мілкий обробіток на глибину 12–14 см, АКШ-5,6	<i>a</i>	18,5	18,4	18,0
	<i>b</i>	18,2	17,1	17,4
	<i>c</i>	19,3	18,8	18,9
V%		7,1	5,8	6,2
HIP ₀₅		1,5	1,1	1,3

Примітка: *a* – передпосівний обробіток КПС-4,0, *b* – передпосівний обробіток УСМК-5,4, *c* – передпосівний обробіток АГ-4 «Скорпіон-1».

Найнижчий рівень целюлозоруйнівної активності у всіх варіантах обробітку був у посушливому 2018 році, коли дефіцит опадів за період вегетації в поєднанні з підвищеними температурами уповільнювали мікробіологічні процеси у ґрунті, знижуючи ступінь руйнування лляної тканини порівняно з іншими роками. Проте за умови мілкого обробітку ґрунту ґрунтообробним агрегатом АКШ – 5,6 в усі роки в разі передпосівного обробітку культиватором КПС-4,0 та АГ-4 «Скорпіон-1» розкладання целюлози було практично однаковим і варіювало від 18,8 до 19,3 %. Саме це дає нам змогу стверджувати, що навіть за посушливих умов року, обробіток ґрунту цим агрегатом забезпечує інтенсивне розкладання лляної тканини, а отже створюються кращі умови для розвитку мікрофлори.

Аналогічна закономірність зміни біологічної активності ґрунту в шарі 0–30 см відмічена і у середньому за роки досліджень. Найвищі показники розкладання лляної тканини відмічені за умови передпосівного обробітку ґрунту АГ-4 «Скорпіон-1» (20,3 %), культиватором УСМК-5,4 (19,8 %) та КПП-4,0 (19,2 %) на фоні оранки ПЛН-3-35.

Найгірше розкладання лляної тканини відбувалося за умови плоскорізного обробітку ґрунту, де показники інтенсивності цього процесу залежно від передпосівного обробітку варіювали від 17,6 до 18,3 %.

Висновок

Отже, найкращі умови для біогенності ґрунту створюються за умови оранки в шарі 0–10 та 20–30 см, а також у разі мілкого обробітку ґрунту у верхньому (0–10 см) шарі внаслідок диференціації оброблюваного шару за елементами родючості.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспективами подальших досліджень є вивчення впливу технології No-till на біологічну активність ґрунту та ефективність симбіотичної азотфіксації посівів сої.

References

1. Barsukov, L. N., Zabavskaya, K. M., & Yvanov, H. N. (1959). Ob agrotehnicheskoy roli otvalnoj vspashki. *Zemledelie*, 11, 67–71 [In Russian].
2. Brovko, I. S., Tytova, L.V., & Iutynska, H. O. (2015). Vplyv endofitnykh bakterii soi na formuvannya soievo-ryzobialnogo symbiozu i ryzosferne mikrobne uhrupuvannya. *Mikrobiologiya i Biotekhnologiya*, 4, 36–46 [In Ukrainian].
3. Budonnyi, Yu.V., & Zaiats, O. M. (1996). Efektyvnist zastosuvannya bezpolytsevoho gruntozakhysnoho obrobittu v sivozmini na vazhkosuhlynkovykh chornozemakh Kharkivshchyny. *Zemelni resursy Ukrainy: zbirnyk tez*. Dnipropetrovsk [In Ukrainian].
4. Garmashov, V. M. (1996). Razlichnye sposoby obrabotki pochvy. *Zemledelie*, 5, 26–27 [In Russian].
5. Karpenko, I. V., & Riziki, Zh. C. (1990). Kachestvennye preobrazovaniya organicheskoy chasti pochvy pod vliyaniem agrotehnicheskikh priyomov. *Sostav, Svoystva i Plodorodie Pochv Ukrainy* 44–48 [In Russian].
6. Lebid, Ye. M. (2006). Faktor nauky v problemi vyrobnytstva zerna. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 3/4, 40–42 [In Ukrainian].
7. Lykhovyd, P. V., & Lavrenko, S. O. (2017). Vplyv obrobittu gruntu ta mineralnykh dobryv na biolohichnu aktyvnist gruntu pid posivamy kukurudzy tsukrovoy. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (4), 18–24. doi: 10.15421/2017_81 [In Ukrainian].
8. Makarov, I. P. (1990). Zadachi po razrabotke i vnedreniyu resursoberegayushej obrabotki pochvy v zonalnykh sistemakh zemledeliya. In *Resursoberegayushie sistemy obrabotki pochvy* (pp. 3–11). Moskva: Agropromizdat [In Russian].
9. Morgun, F. T., Shikula, N. K., & Tarariko, A. G. (1983). *Pochvozashitnoye zemledelie*. Kiev: Urozhaj [In Russian].
10. Naumovska, O. I., Yevpak, I. V., Manishevska, N. M., & Aleksieienko, I. M. (2004). Biolohichna aktyvnist chornozemu typovoho pry zastosuvanni gruntozakhysnykh tekhnolohii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur. *Visnyk KhNAU*, 6, 141–145 [In Ukrainian].
11. Tarariko, A. G., Cygankova, N. M., & Kolomic, V. N. (1990). Vliyanie sposobov obrabotki i udobrenij na biologicheskuyu aktivnost i gumusnoye sostoyanie derno-podzolistoy pochvy. *Zemledelie*, 65, 56–59 [In Russian].
12. Tsyliuryk, O. I., Kulik, A. F., & Honchar, N. V. (2017). Biolohichna aktyvnist hruntu za riznykh sposobiv yoho obrobittu ta udobrennia v posivakh soniashnyku. *Visnyk Dnipropetrovskoho Ahrarno-Ekonomichnoho Universytetu*, 2 (44), 42–48 [In Ukrainian].
13. Chizhova, M. S. (1986). Vliyanie obrabotki i udobrenij na biologicheskuyu aktivnost pochvy v dlitelnom stacionarnom opyte. *Vklad molodykh uchyonykh Ukrainy v intensifikatsiyu selskohozyajstvennogo proizvodstva: tezy doklada 2-j respub. nauch.-proizvod. konf. molodykh uchyonykh i specialistov*. Harkov [In Russian].
14. Shevnikov, M. Ya., & Koblai, O. O. (2015). Zastosuvannya biolohichnykh, khimichnykh ta fizychnykh zasobiv u tekhnolohiyakh vyroshchuvannya soi i kukurudzy. *Poltava*.
15. Bai, Y., Zhou, X., & Smith, D. L. (2003). Enhanced Soybean Plant Growth Resulting from Coinoculation of Bacillus Strains with Bradyrhizobium japonicum. *Crop Science*, 43 (5), 1774–1781. doi:10.2135/cropsci2003.1774.
16. Dalpè, Y., & Monreal, M. (2004). Arbuscular Mycorrhiza Inoculum to Support Sustainable Cropping Systems. *Cm*, 3 (1), 0. doi:10.1094/cm-2004-0301-09-rv.
17. Dang, Y. P., Moody, P. W., Bell, M. J., Seymour, N. P., Dalal, R. C., Freebairn, D. M., & Walker, S. R. (2015). Strategic tillage in no-till farming systems in Australia's northern grains-growing regions: II. Implications for agronomy, soil and environment. *Soil and Tillage Research*, 152, 115–123. doi:10.1016/j.still.2014.12.013.
18. Elmore, R. W. (1990). Soybean Cultivar Response to Tillage Systems and Planting Date. *Agronomy Journal*, 82 (1), 69–73. doi:10.2134/agronj1990.00021962008200010015x.
19. Jalganwala, R. E., & Mahajan, R. T. (2011). Bacterial endophytes and their bioprospecting. *Juornal of pharmacy research*, 4, 795–799.
20. Harwood, C. S. (1999). MICROBIOLOGY: Mega Roles for Microorganisms. *Science*, 286 (5442), 1096. doi:10.1126/science.286.5442.1096.

21. Segal, L. M., Miller, D. N., McGhee, R. P., Loecke, T. D., Cook, K. L., Shapiro, C. A., & Drijber, R. A. (2017). Bacterial and archaeal ammonia oxidizers respond differently to long-term tillage and fertilizer management at a continuous maize site. *Soil and Tillage Research*, 168, 110–117. doi:10.1016/j.still.2016.12.014.

22. Zanella, A., Bolzonella, C., Lowenfels, J., Ponge, J.-F., Bouché, M., Saha, D., Kukal, S. S., Fritz, I., Savory, A., Blouin, M., Sartori, L., Tatti, D., Kellermann, L. A., Trachsel, P., Burgos, S., Minasny, B., & Fukuoka, M. (2018). Humusica 2, article 19: Techno humus systems and global change–conservation agriculture and 4/1000 proposal. *Applied Soil Ecology*, 122 (2), 271–296. doi:10.1016/j.apsoil.2017.10.036.

Стаття надійшла до редакції 25.10.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Сахацька В. М. Мікробіологічна активність ґрунту за різних способів обробітку. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 13–19.

© Гангур Володимир Васильович, Сахацька Валерія Миколаївна, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 633.11"321":631.82/.85(477.5)(292.485) |
doi: 10.31210/visnyk2019.04.02

THE FORMATION OF HARD SPRING WHEAT YIELD DEPENDING ON MINERAL FERTILIZERS AND MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS IN THE CONDITIONS OF LEFT-BANK FOREST-STEPPE

D. M. Shevnikov,

ORCID ID: [0000-0003-4670-9974](https://orcid.org/0000-0003-4670-9974), E-mail: shevnikov@i.ua,

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

In the conditions of unstable and insufficient moistening, it is necessary to study basic technological elements of hard spring wheat cultivation in the context of climate change. Complex study and analysis were conducted concerning the using of microbiological preparations depending on the background of mineral fertilizing in the technologies of hard spring wheat cultivation. The formation of plant leaf surface depended on both the background of mineral fertilizing and using microbiological preparations. On plots without fertilizing, seed treatment with bio-preparations resulted in increasing leaf area by 20.3 % after using polymixobacterin, 20.5 % after diazophyte, and 23.9 % when using a mixture of these two biologics. It amounted to 31.9 thousand m²/ha after fertilizing with N₄₅P₄₅K₃₀, applying polymixobacterin led to leaf area increase by 19.1 %, diazophyte – by 13.8 %, and the mixture of biologics – by 24.1 %. Straw + N₁₀ fertilization background per ton of by-product was effective, as the leaf area was quite large (29.2 thousand m²/ha) and 33.9; 32.9; 36.4 thousand m²/ha, respectively, while using biologics. The yield of hard spring wheat is determined by the number of productive stems per area unit and grain weight per ear. They were the largest on the plots sowed with seeds inoculated with polymixobacterin and diazophyte against the background of N₄₅P₄₅K₃₀ fertilizing – 3.50 t/ha, which was 1.47 t/ha (72.4 %) more than on plots without using mineral fertilizers and biologics (2.03 t/ha). The rational way to increase the yield of hard spring wheat is to apply straw + N₁₀ fertilizer per ton of by-product with compulsory pre-sowing seed treatment with a mixture of biologics. In such case the grain yield was 3.16 t/ha, that is, 1.13 t/ha (55.7 %) more than while cultivating without fertilizers. In the conditions of unstable moistening in the technology of hard spring wheat cultivation, it is necessary to apply seed pre-sowing treatment with diazophyte and polymixobacterin biologics against the background of straw as precursor, after its harvesting and obligatory N₁₀ application per each ton of by-products, which will ensure wheat grain yield 3.16 t/ha. In case of the absence of precursor by-products, it is necessary to conduct seed pre-sowing treatment with diazophyte and polymixobacterin biologics and obligatory applying N₄₅P₄₅K₃₀, which will ensure wheat grain yield at the level of 3.50 t/ha. In the future, it is necessary to carry out the study of introducing new microbiological biologics depending on the background of mineral fertilizing in spring wheat cultivation technologies, to determine directions and prospects of scientific research and practical application in production.

Key words: hard spring wheat, mineral fertilizers, diazophyte, polymixobacterin, yield.

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Д. М. Шевніков,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

В умовах нестійкого і недостатнього зволоження виникає необхідність вивчення основних елементів технології вирощування пшениці твердої ярої в контексті змін клімату. Проведене комплексне вивчення та аналіз застосування мікробіологічних біопрепаратів залежно від фону мінерального живлення в технологіях вирощування пшениці твердої ярої. Формування листкової поверхні рослин залежало як від фону мінерального живлення, так і від застосування мікробіологічних препаратів. На ділянках без удобрення обробка насіння біопрепаратами збільшувала площу листкової поверхні на 20,3 % за використання поліміксобактерину, 20,5 % – діазофіту та 23,9 % – суміші цих двох препаратів. За внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{30}$ вона становила 31,9 тис. $m^2/га$, застосування поліміксобактерину призвело до її збільшення на 19,1 %, діазофіту – на 13,8 %, суміші препаратів – на 24,1 %. Ефективним був удобрений фон «солома + N_{10} на тонну побічної продукції», оскільки площа листкової поверхні була досить великою (29,2 тис. $m^2/га$), а за використання біопрепаратів відповідно 33,9; 32,9; 36,4 тис. $m^2/га$. Врожайність пшениці твердої ярої визначається кількістю продуктивних стебел на одиниці площі і масою зерна з одного колоса. Найбільшою вона була на ділянках, висіяних інокульованим насінням поліміксобактерином та діазофітом на фоні удобрення $N_{45}P_{45}K_{30}$ – 3,50 т/га, що на 1,47 т/га (72,4 %) більше, ніж на ділянках без внесення мінеральних добрив та біопрепаратів (2,03 т/га). Раціональним способом збільшення врожайності пшениці твердої ярої є застосування удобрення «солома + N_{10} на тонну побічної продукції» з обов'язковою обробкою насіння перед сівбою сумішшю біопрепаратів, одержана врожайність зерна – 3,16 т/га, що на 1,13 т/га (55,7 %) більше, ніж за вирощування без добрив. В умовах нестійкого зволоження за технології вирощування пшениці твердої ярої необхідно застосовувати передпосівну обробку насіння біопрепаратами діазофіту та поліміксобактерину на фоні соломи попередника, після його збирання, обов'язкового внесення N_{10} на кожну тонну побічної продукції, що забезпечить отримання урожайності зерна пшениці 3,16 т/га. За умови відсутності на полі побічної продукції попередника застосовувати передпосівну обробку насіння біопрепаратами діазофіту та поліміксобактерину з обов'язковим внесенням $N_{45}P_{45}K_{30}$, що забезпечить урожайність зерна пшениці на рівні 3,50 т/га.

Ключові слова: пшениця тверда яра, мінеральні добрива, діазофіт, поліміксобактерин, врожайність.

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПШЕНИЦЫ ТВЕРДОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Д. Н. Шевников,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Проведено комплексное изучение и анализ применения микробиологических препаратов полимиксобактерина и диазофита в зависимости от фона минерального питания в технологии выращивания пшеницы твердой яровой, установлена их эффективность и практическое применение в производстве. На участках без удобрения обработка семян биопрепаратами увеличивала площадь листовой поверхности на 20,3 % при использовании полимиксобактерина, 20,5 % – диазофита и 23,9 % – смеси этих двух препаратов. Урожайность пшеницы твердой яровой наибольшей была на участках, высеванных инокулированными семенами полимиксобактерина и диазофита на фоне удобрения $N_{45}P_{45}K_{30}$ – 3,50 т/га, что на 1,47 т/га (72,4 %) больше, чем на участках без внесения минеральных удобрений и биопрепаратов (2,03 т/га). Рациональным способом увеличения урожайности пшеницы твердой яровой есть применение удобрения «солома + N_{10} на тонну побочной продукции» с обязательной обработкой семян перед посевом смесью биопрепаратов, получена урожайность зерна – 3,16 т/га, что на 1,13 т/га (55,7 %) больше, чем при выращивании без удобрений.

Ключевые слова: пшеница твердая яровая, минеральные удобрения, диазофит, полимиксобактерин, урожайность.

Вступ

У системі заходів, спрямованих на вирощування і виробництво пшениці твердої ярої, важливе місце має застосування хімічних та біологічних засобів у технологіях вирощування, оскільки вони сприяють значному підвищенню продуктивності. Останніми роками в умовах Лівобережної частини Лісостепу України стали очевидними зміни клімату. Весняний період частіше супроводжується посухою, повітряними бурями. Опади навесні є нерівномірними, що характерно для зони нестійкого зволоження. Літні місяці супроводжуються жорстокою посухою, яка нерідко припадає на фазу наливання зерна ранніх зернових культур і спричиняє зменшення їхнього врожаю. У таких умовах виникає необхідність вивчення основних елементів технології вирощування пшениці твердої ярої в контексті змін клімату [15, 20].

Для збільшення врожайності й поліпшенні якості зерна потрібне максимальне використання біоенергетичного потенціалу ґрунту, агроекологічних умов і генетичних властивостей сортів [2]. На фізіологічні процеси формування врожаю впливають фактори, що не підлягають регулюванню (сонячна радіація, температура повітря, опади тощо), а також ті, що регулюються (сорт, обробіток ґрунту, норми висіву насіння, строки сівби, добрива, засоби захисту рослин від бур'янів, хвороб, шкідників, регулятори росту, зрошення, збирання врожаю тощо). Найбільша продуктивність і найкраща якість зерна досягаються за умови оптимального співвідношення цих факторів на всіх етапах росту й розвитку рослин. Зважаючи на засоби, які позитивно або негативно впливають на врожайність, можна значною мірою зменшити негативну дію метеорологічних умов і цілеспрямовано використовувати елементи технології вирощування, які може контролювати людина [7, 9, 10].

Свого часу були розроблені та застосовуються різні способи підвищення ефективності технологій вирощування пшениці. Деякі втратили свою значимість, або не відповідають сучасним науково обґрунтованим вимогам, не забезпечують потрібну урожайність та якість продукції [3, 6, 19]. Розробка сучасних систем удобрення пшениці передбачає максимально повне задоволення потреб рослин в елементах мінерального живлення. Водночас розв'язання цього завдання лише за рахунок внесення дорогих мінеральних добрив часто знижує конкурентоспроможність виробництва зерна твердих сортів пшениці [1, 4, 16]. Останніми роками створені і промислово випускаються мікробіологічні препарати на основі ряду ґрунтових бактерій, здатних істотно поліпшити забезпеченість культурних рослин поживними речовинами [5, 8, 12].

Застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур, зокрема пшениці твердої ярої сприяє оптимізації живлення та забезпечує їхній захист від патогенної мікрофлори, що дає змогу значною мірою реалізувати потенціал аграрного виробництва [17, 18]. На сьогодні отримані високоефективні штами ґрунтових мікроорганізмів для бактеризації, створені зручні препаративні форми для поліпшення азотного живлення рослин, для додаткового забезпечення рослин фосфором та препарати комплексної дії [11, 13, 14].

Через це необхідно провести комплексне вивчення та аналіз застосування мікробіологічних біопрепаратів залежно від фону мінерального живлення в технологіях вирощування, встановити їхню ефективність з метою підвищення якості зерна, визначити напрямки та перспективи розвитку як наукових досліджень, так і практичного застосування у виробництві.

Матеріали і методи досліджень

Програма наукових досліджень базувалася на результатах виявлення біологічних основ застосування мікробіологічних препаратів залежно від фону мінерального живлення в технологіях вирощування пшениці твердої ярої, а також на дослідженні впливу окремих агротехнічних прийомів та комплексної дії елементів технології вирощування на формування врожаю. Основні експерименти виконувалися на дослідному полі Полтавського інституту АПВ імені М. І. Вавилова. Вивчали вплив передпосівної обробки насіння мікробіологічними препаратами залежно від розрахованого балансовим методом фону мінерального живлення рослин на урожайність 3 т/га зерна. Досліджували такі варіанти передпосівної обробки насіння (фактор А):

1. Контроль – без обробки;
2. Полімиксобактерин (біоагент – *Paenibacillus polymyxa* – 0,75 л/т насіння);

3. Діазофіт (біоагент – *Agrobacterium radiobacter* – 1,0 л/т насіння).

Варіанти закладались на шести фонах мінерального живлення (фактор В):

1) Без добрив – контроль;

2) N₄₅;

3) P₄₅K₃₀;

4) N₄₅P₄₅K₃₀;

5) N₂₃P₂₃K₁₅;

6) Солома попередника+N₁₀ на кожному тону побічної продукції.

В основні фази розвитку рослин пшениці відбирали ґрунтові зразки з горизонтів 0–10 і 10–20 см для мікробіологічного та хімічного аналізів. Протягом вегетаційного періоду проводили спостереження за ростом і розвитком рослин, визначали площу листової поверхні, чисту продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал посівів на всіх варіантах. Облік врожаю проводили комбайном у триразовому повторенні з облікової ділянки площею 25 м².

Результати досліджень та їх обговорення

Застосування мінеральних добрив та інокуляція насіння пшениці ярої біопрепаратами позитивно вплинули на ріст і розвиток рослин. Мінеральні добрива та біопрепарати позитивно впливали на ріст, розвиток та формування врожайності пшениці, згладжували негативний вплив погодних умов, особливо нестачі вологи. Спостерігалось скорочення тривалості міжфазних періодів до фази колосіння, й, відповідно, збільшення тривалості періоду від цвітіння до воскової стиглості за дії цих факторів (табл. 1).

1. Густота продуктивного стеблостою пшениці твердої ярої залежно від добрив та біопрепаратів, шт./м² (середнє за 2010–2012 рр.)

Варіанти удобрення	Інокуляція зерна біопрепаратами			
	без інокуляції	поліміксо-бактерин	діазофіт	суміш двох препаратів
1. Без добрив	394	401	390	410
2. N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀	426	436	428	446
3. Солома попередника + N ₁₀ на тону побічної продукції	384	401	407	427
4. N ₂₃ P ₂₃ K ₁₅	401	403	409	421
5. N ₄₅	408	421	420	420
6. P ₄₅ K ₃₀	404	393	414	417

Без застосування добрив кількість продуктивних стебел на 1 м² становила 394 шт., за умови використання поліміксобактерину – 401 шт., діазофіту – 390 шт., суміші препаратів – 410 шт. Найбільша кількість продуктивних стебел спостерігалася у разі внесення N₄₅P₄₅K₃₀ – 426 шт./м²; за додаткового застосування біопрепаратів цей показник збільшився до 428 шт./м² (діазофіт), 436 шт./м² (поліміксобактерин), 446 шт./м² (суміш цих препаратів). Особливо ефективними були біопрепарати на удобреному фоні «солома попередника + N₁₀ на тону побічної продукції», підвищуючи густоту продуктивного стеблостою на 4,4 % за умови використання поліміксобактерину, на 6,0 % – діазофіту та на 11,2 % – суміші цих препаратів.

Встановлено позитивну дію біопрепаратів на висоту рослин пшениці, але їхня дія залежала від різних фонів мінерального живлення (табл. 2). Без застосування добрив висота рослин становила 63,6 см, у разі застосування поліміксобактерину підвищувалась до 67,2 см, азотофіту – до 68,6 см. Обробка насіння перед сівою сумішшю двох препаратів не сприяла підвищенню висоти рослин (66,8 см) порівняно з їхнім окремим застосуванням. Вплив мінеральних добрив на висоту рослин був суттєвішим, ніж дія біопрепаратів, але їхня комплексна дія мала більшу ефективність щодо збільшення ростових процесів у рослин пшениці твердої ярої, при цьому згладжувалася негативна дія несприятливих факторів вегетаційного періоду.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Висота рослин пшениці твердої ярої залежно від дії мінеральних добрив та біопрепаратів (середнє за 2010–2012 рр.), см

Варіанти удобрення	Інокуляція зерна біопрепаратами			
	без інокуляції	поліміксо-бактерин	діазофіт	суміш двох препаратів
1. Без добрив	63,6	67,2	68,6	66,8
2. N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀	69,5	71,3	77,7	77,7
3. Солома попередника + N ₁₀ на тонну побічної продукції	68,2	71,0	71,5	72,0
4. N ₂₃ P ₂₃ K ₁₅	69,0	71,3	75,5	76,5
5. N ₄₅	66,4	71,7	74,3	73,7
6. P ₄₅ K ₃₀	65,4	70,1	70,6	70,8

Для визначення впливу технологічних заходів визначали конкретну частку впливу біопрепаратів та фону удобрення на площу листової поверхні пшениці твердої ярої (табл. 3). На ділянках без удобрення обробка насіння біопрепаратами сприяла підвищенню площі листової поверхні на 20,3 % за умови використання поліміксобактерину, 20,5 % – діазофіту та 23,9 % – суміші цих двох препаратів. У разі внесення добрив N₄₅P₄₅K₃₀ площа листової поверхні становила 31,9 тис. м²/га, застосування поліміксобактерину призвело до її збільшення на 19,1 %, діазофіту – на 13,8, суміші препаратів – на 24,1 %. За умови внесення тільки азотних добрив N₄₅ площа листової поверхні становила 28,0 тис. м²/га, у разі використання поліміксобактерину – 29,7 тис. м²/га, діазофіту – 32,5, суміші препаратів – 34,2 тис. м²/га. Ефективним був удобрений фон «солома + N₁₀ на тонну побічної продукції», оскільки величина листової площі на ділянках досліду була досить високою (29,2 тис. м²/га), а за умови використання біопрепаратів відповідно 33,9; 32,9; 36,4 тис. м²/га.

3. Площа листової поверхні пшениці твердої ярої залежно від дії мінеральних добрив та біопрепаратів, тис. м²/га (середнє за 2010–2012 рр.)

Варіанти удобрення	Інокуляція зерна біопрепаратами			
	без інокуляції	поліміксо-бактерин	діазофіт	суміш двох препаратів
1. Без добрив	25,1	30,2	30,3	31,1
2. N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀	31,9	38,0	36,3	39,6
3. Солома попередника + N ₁₀ на тонну побічної продукції	29,2	33,9	32,9	36,4
4. N ₂₃ P ₂₃ K ₁₅	28,4	31,8	32,8	34,2
5. N ₄₅	28,4	31,8	32,8	34,2
6. P ₄₅ K ₃₀	27,6	30,9	33,5	32,8

Урожайність пшениці ярої визначається кількістю продуктивних стебел на одиницю площі, озерненістю колоса. На ділянках із застосуванням біопрепаратів кількість зерен збільшувалася від поліміксобактерину на 8,5–20,9 %, діазофіту – 15,2–35,8 %, суміші двох препаратів – 17,5–44,7 % на фоні внесення N₄₅P₄₅K₃₀. Всі інші удобрені варіанти мали меншу кількість зерен у колосі. 2010 і 2012 рр. спостерігалися екстремальні умови зволоження, що спричинили значний вплив на формування елементів колоса. Відповідно озерненість колоса зменшилась на 11–14 % за всіма варіантами.

Мінеральні добрива та біопрепарати поліміксобактерин та діазофіт є потужними чинниками впливу на урожайність пшениці твердої ярої (табл. 4). Приріст врожайності зерна залежно від мінеральних добрив за умови використання N₄₅P₄₅K₃₀ – 0,65 т/га (32,0 %), «солома + N₁₀ на тонну побічної продукції» – 0,47 т/га (23,2 %), N₂₃P₂₃K₁₅ – 0,45 т/га (22,2 %), N₄₅ – 0,34 т/га (16,7 %), P₄₅K₃₀ – 0,24 т/га (11,8 %). На неудобреному фоні приріст у разі використання поліміксобактерину становив 0,51 т/га (25,1 %), діазофіту – 0,32 т/га (15,8 %), суміші препаратів – 0,59 т/га (29,1 %). На удобрених фонах за умови використання поліміксобактерину – відповідно удобрених варіантів: N₄₅P₄₅K₃₀ – 0,59 т/га (22,1 %), «солома + N₁₀ на тонну побічної продукції» – 0,44 т/га (17,6 %), N₂₃P₂₃K₁₅ – 0,33 т/га (13,3 %), N₄₅ – 0,20 т/га (8,4 %), P₄₅K₃₀ – 0,26 т/га (11,5 %). На удобрених фонах у разі використання діазофіту:

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

$N_{45}P_{45}K_{30}$ – 0,40 т/га (14,9 %), «солома + N_{10} на тонну побічної продукції» – 0,36 т/га (14,4 %), $N_{23}P_{23}K_{15}$ – 0,09 т/га (3,6 %), N_{45} – 0,61 т/га (25,7 %), $P_{45}K_{30}$ – 0,67 т/га (29,5 %). На удобрених фонах за використання суміші поліміксобактерину й діазофіту: $N_{45}P_{45}K_{30}$ – 0,82 т/га (30,6 %), «солома + N_{10} на тонну побічної продукції» – 0,66 т/га (26,4 %), $N_{23}P_{23}K_{15}$ – 0,05 т/га (2,0 %), N_{45} – 0,61 т/га (25,7 %), $P_{45}K_{30}$ – 0,42 т/га (18,5 %).

4. Урожайність пшениці твердої ярої залежно від мінеральних добрив та біопрепаратів (середнє за 2010–2012 рр.), т/га

Варіанти удобрєння	Варіанти інокуляції	Урожай- ність зерна, т/га	Приріст, $\pm$ т/га		
			від мінеральних добрив	від біопрепаратів	від добрив і біопрепаратів
Без добрив	Без інокуляції	2,03	-	-	-
	Поліміксобактерин	2,54	-	+0,51	-
	Діазофіт	2,35	-	+0,32	-
	Суміш препаратів	2,62	-	+0,59	-
$N_{45}P_{45}K_{30}$	Без інокуляції	2,68	+0,65	-	-
	Поліміксобактерин	3,13	-	+0,45	+1,10
	Діазофіт	3,08	-	+0,40	+1,05
	Суміш препаратів	3,36	-	+0,68	+1,33
Солома + N_{10} на тонну по- бічної проду- кції	Без інокуляції	2,50	+0,47	-	-
	Поліміксобактерин	2,94	-	+0,44	+0,91
	Діазофіт	2,86	-	+0,36	+0,83
	Суміш препаратів	3,16	-	+0,66	+1,13
$N_{23}P_{23}K_{15}$	Без інокуляції	2,48	+0,45	-	-
	Поліміксобактерин	2,81	-	+0,33	0,78
	Діазофіт	2,57	-	+0,09	+0,54
	Суміш препаратів	2,53	-	+0,05	+0,50
N_{45}	Без інокуляції	2,37	+0,34	-	-
	Поліміксобактерин	2,57	-	+0,20	+0,54
	Діазофіт	2,98	-	+0,61	+0,95
	Суміш препаратів	2,98	-	+0,61	+0,95
$P_{45} K_{30}$	Без інокуляції	2,27	+0,24	-	-
	Поліміксобактерин	2,53	-	+0,26	+0,50
	Діазофіт	2,94	-	+0,67	+0,91
	Суміш препаратів	2,69	-	+0,42	+0,66

$НІР_{0,05}$ (добрива), т/га 2010 р. – 0,08; 2011 р. – 0,07; 2012 р. – 0,06;

$НІР_{0,05}$ (біопрепарати), т/га 2010 р. – 0,06; 2011 р. – 0,11; 2012 р. – 0,07;

$НІР_{0,05}$ (взаємодія), т/га 2010 р. – 0,09; 2011 р. – 0,10; 2012 р. – 0,09.

Висновки

Мінеральні добрива та біопрепарати позитивно впливали на ріст, розвиток та формування врожайності пшениці твердої ярої, згладжували негативний вплив погодних умов. На ділянках без удобрення обробка насіння біопрепаратами збільшувала площу листової поверхні на 20,3 % за умови використання поліміксобактерину, 20,5 % – діазофіту та 23,9 % – суміші цих двох препаратів. У разі внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{30}$ вона становила 31,9 тис. м²/га, застосування поліміксобактерину призвело до її збільшення на 19,1 %, діазофіту – на 13,8 %, суміші препаратів – на 24,1 %. Ефективним був удобрений фон «солома + N_{10} на тонну побічної продукції», оскільки площа листової поверхні була досить великою (29,2 тис. м²/га), а за умови використання біопрепаратів відповідно 33,9; 32,9; 36,4 тис. м²/га.

Урожайність пшениці твердої ярої найбільшою була на ділянках, висіяних інокульованим насінням поліміксобактерином та діазофітом на фоні удобрення $N_{45}P_{45}K_{30}$ – 3,50 т/га, що на 1,47 т/га

(72,4 %) більше, ніж на ділянках без внесення мінеральних добрив та біопрепаратів (2,03 т/га). Рациональним способом збільшення врожайності пшениці твердої ярої є застосування удобрення «солома + N₁₀ на тонну побічної продукції» з обов'язковою обробкою насіння перед сівбою сумішшю біопрепаратів. Одержана врожайність зерна – 3,16 т/га, що на 1,13 т/га (55,7 %) більше, ніж за вирощування без добрив.

Перспективи подальших досліджень. Необхідно вивчити нові мікробіологічні біопрепарати з метою впровадження в технології вирощування пшениці ярої залежно від фону мінерального живлення, встановити їхню ефективність для підвищення врожайності та якості зерна, визначити напрями та перспективи не тільки наукових досліджень, але і практичного застосування у виробництві.

References

1. Andriichenko, L. V., & Ploskisha, O. M. (2008). Vplyv mineralnykh dobryv na pozhyvnyi rezhym gruntu pry vyroshchuvanni yaroї pshenytsi. *Naukovi Pratsi Mykolaivskoho DAU*, 81 (68), 61–63 [In Ukrainian].
2. Antal, T. V. (2011). Vplyv dobryv ta pohodnykh umov na vrozhaїnist pshenytsi tverdoi yaroї. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 40–43 [In Ukrainian].
3. Volkohon, V. V. (2006). Mikrobni preparaty v zemlerobstvi. *Zbirnyk Naukovykh Prats Nnts «Instytut Zemlerobstva UAAN» (Spetsvypusk)*, 26–31 [In Ukrainian].
4. Horodnii, M. M., Mazurkevych, L. I. & Shkvyr, T. M. (2010). Vplyv zastosuvannya dobryv i peredposivnoi bakteryzatsii mikrobiolohichnym preparatom na vrozhaїnist ta yakisni pokaznyky pshenytsi yaroї. *Naukovi Visnyk Nubip Ukrainy*, (149), 17–21 [In Ukrainian].
5. Dolgoplova, N. V., Pavlov, A. A., & Shershneva, O. M. (2010). Vazhnejshee napravlenie v razvitii proizvodstva zerna – vozdeleyvanie tverdoi yarovoi pshenicy, *Agrarnyj vestnik Urala*, 5, 35–38 [In Russian].
6. Zhemela, H. P., Barabolia, O. V. & Nechytailo, V. M. (2007). Toksychni elementy ta yikh vmist v gruntі i zerni yaroї tverdoi pshenytsi zalezno vid udobrennia. *Zb. Nauk. Prats Umanskoho DAU*, (65), 69–73 [In Ukrainian].
7. Zhemela, H. P. & Shevnikov, D. M. (2013). Vplyv ahroekolohichnykh faktoriv na rist pshenytsi tverdoi yaroї zalezno vid mineralnykh dobryv ta biopreparativ. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 15–18 [In Ukrainian].
8. Zhemela, H. P. & Shevnikov, D. M. (2013). Fotosyntetychna produktyvnist pshenytsi tverdoi yaroї zalezno vid mineralnykh dobryv ta biopreparativ. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 36–40 [In Ukrainian].
9. Kalenskaya, S. M., & Antal, T. V. (2008). Formirovanie produktivnosti pshenicy yarovoi tverdoi pri ispolzovanii udobrenij. *Visnik Bilocerkivskogo Derzhavnogo Agrarnogo Universitetu*, 52, 82–85 [In Russian].
10. Kozlova, T. A. (2010). Produktivnost i kachestvo zerna sortov yarovoi pshenicy v zavisimosti ot pochvenno-klimaticheskikh zon vozdeleyvaniya Zauralya. *Agrarnyj Vestnik Urala*, 6, 39–41 [In Russian].
11. Kochmarskiy, V., Solenaya, V., & Homenko S. (2011). Yarovaya pshenica: adaptivnost k stressam. *Zerno*, 12, 14–17 [In Russian].
12. Kursakova, V. S., & Drachev, D. V. (2008). Rol mikrobnnykh azotfiksiruyushih preparatov i azotnykh udobrenij v formirovanii urozhaїnosti myagkoj yarovoi pshenicy. *Vestnik Altajskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 8, 16–20 [In Russian].
13. Lebid, Ye. M. (2006). Faktor nauky v problemi vyrobnytstva zerna. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 3–4, 40–42 [In Ukrainian].
14. Shevnikov, D. M. (2012). Vplyv mineralnykh dobryv na pozhyvnyi rezhym gruntu za vyroshchuvannya pshenytsi tverdoi yaroї. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 203–206 [In Ukrainian].
15. Shevnikov, D. M. (2013). Vplyv pohodnykh umov na prokhozhenia faz vehetatsii ta formuvannya produktyvnoho steblostoiu pshenytsi yaroї. *Materialy naukovo-praktychnoi internet-konferentsii*. Poltava, [In Ukrainian].
16. Shevnikov, D. N. (2013). Vliyanie mineralnykh udobrenij i biopreparatov na formirovanie urozhaїnosti pshenicy tverdoi yarovoi. *Vestnik Rossijskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Zaochnogo Universiteta*, 14 (19), 40–44 [In Russian].
17. Shevnikov, D. M. (2013). Vplyv mineralnykh dobryv ta biopreparativ na yakist zerna pshenytsi

tverdoi yaroї. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 153–157 [In Ukrainian].

18. Shevnikov, D. M. (2013). Vplyv umov zovnishnoho seredovyscha livoberezhnoi chastyny Lisostepu na rist i rozvytok pshenytsi tverdoi yaroї. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu im. V. V. Dokuchaieva*. Kharkiv, 9, 34–38 [In Ukrainian].

19. Shevchenko, O. I. (2005). Produktivnist i yakist zerna pshenytsi yaroї za riznykh sposobiv zastosuvannya fiziologichno aktyvnykh rehovyn. *Nauk. Pratsi Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4 (23), 280–285 [In Ukrainian].

20. Sherbakov, A. P., & Rudaj, I. D. (1983). *Plodorodie pochv, krugovorot i balans pitatelnyh veshestv*. Moscow: Kolos, 189 [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 28.10.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шевніков Д. М. Формування врожайності пшениці твердої ярої залежно від мінеральних добрив та мікробіологічних препаратів в умовах Лівобережного Лісостепу. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 20–27.

© Шевніков Дмитро Миколайович, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC: 633.161 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.03

THE IMPACT OF DIFFERENT KINDS OF MINERAL NUTRITION ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF SPRING BARLEY IN THE STEPPE ZONE OF UKRAINE

S. V. Masliiov,

ORCID ID: [0000-0001-9297-7414](https://orcid.org/0000-0001-9297-7414), E-mail: mail@luguniv.edu.ua,

N. A. Korzhova,

ORCID ID: [0000-0002-1517-6098](https://orcid.org/0000-0002-1517-6098), E-mail: korjovanatalia@ukr.net,

Luhansk Taras Shevchenko National University, 1, Gogol Square, Starobilsk, 92703, Ukraine

I. I. Yarchuk,

ORCID ID: [0000-0002-8107-0582](https://orcid.org/0000-0002-8107-0582), E-mail: i.i.yarchuk@gmail.com,

Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, 25, Sergiia Efremova str., Dnipro, 49600, Ukraine

V. F. Luklyanchuk,

E-mail: mail@luguniv.edu.ua,

Luhansk Taras Shevchenko National University, 1, Gogol Square, Starobilsk, 92703, Ukraine

Climate change has been observed in recent years, which leads to changing the approaches to conventional spring grain cultivation technologies. An important aspect of this issue is to obtain stable yields regardless of weather conditions of the growing period. A scientifically substantiated fertilization system reduces the impact of negative factors on plants, ensuring high productivity and quality management of spring barley grain. The main objective of the proposed fertilization system is to disclose the crop biological potential. This can be achieved by establishing balanced fertilizer rates, corresponding terms of their application, which enables to optimize the processes of nutrient absorption and uptake by plants. Therefore, the purpose of this work was to investigate the influence of different mineral nutrition types on the growth and development of spring barley plants in the Steppe zone of Ukraine. The task was to determine the spectrum of mineral preparations' effect: on the length of the aboveground and underground parts, the area of leaf surface and the productivity of spring barley plants. The main research methods were field and laboratory. The research was carried out on the experimental plots of the Department of Biology and Agronomy, in the Department of agrarian scientific-technical training of Luhansk Taras Shevchenko National University (Luhansk oblast, Starobilsk district). The results of the studies show that the mineral nutrition background made by applying fertilizers influenced the growth and development of spring barley plants during the growing period. Fertilizing resulted in changing the linear parameters of spring barley, such as the height of the aboveground part and the length of the underground part. For intensifying the aerial part of spring barley plants, it is advisable to use ActiBION preparation in combination with ammonium nitrate, as the parameters increased from 2 to 16 cm compared with the control. Using the preparations in any amount has led to increase in the root system, and thus to an increase in the plants' absorption capacity, which leads to increased immunity of each object under the study. Thus, the largest length of the root system was observed in the variant with the ActiBION combined using with ammonium nitrate and reached 3 cm increase at the stage of milky ripeness in comparison with the control. The largest lamina area was ensured by the combined applying ActiBION preparations with ammonium nitrate. The area increased by 18.2 cm² as compared with the control. During 2017–2019, there was yield increase of spring barley under the influence of different types of mineral nutrition. The highest yields were obtained in 2019 in the variant of combining ActiBION and ammonium nitrate, slightly lower yields were in 2017–2018, due to the sharp weather changes in the spring. But they increased within 5–16 hundredweight/ha in comparison with the control, which showed the optimization of absorption and assimilation processes of the nutrients by spring barley plants.

Keywords: spring barley, variety, mineral nutrition, fertilizers, cultivation technology, plant productivity, ammonium nitrate, diamaphoska, ActiBION.

ВПЛИВ РІЗНИХ ВИДІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА РІСТ І РОЗВИТОК ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В ЗОНІ СТЕПУ УКРАЇНИ

С. В. Маслійов, Н. О. Коржова,

Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

І. І. Ярчук,

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

В. Ф. Люклянчук,

Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

Останніми роками спостерігаємо кліматичні зміни, що зумовлюють інші підходи до загальноприйнятих технологій вирощування ярих зернових культур. Важливим аспектом цього питання є отримання стабільної врожайності незалежно від погодних умов вегетаційного періоду. Науково обґрунтована система удобрення дає змогу знизити вплив негативних чинників на рослини, забезпечуючи отримання високої продуктивності та управління якістю зерна ячменю ярого. Основне завдання, поставлене перед запроєктованою системою удобрення, – розкрити біологічний потенціал культури. Цього можна досягти шляхом встановлення збалансованих норм добрив, відповідних строків їхнього внесення, що дозволить оптимізувати процеси поглинання та засвоєння елементів живлення рослинами. Тому метою цієї роботи було дослідити вплив різних видів мінерального живлення на ріст і розвиток рослин ячменю ярого в зоні Степу України. Завдання: визначити спектр впливу мінеральних препаратів: на довжину надземної і підземної частини, площу листової поверхні та продуктивність рослин ячменю ярого. Основні методи досліджень – польовий та лабораторний. Дослідження виконувались на дослідних ділянках кафедри біології та агрономії, у відділенні науково-технічної підготовки з аграрного напрямку ЛНУ імені Тараса Шевченка (Луганська область, Старобільський район). Результати проведених досліджень свідчать, що створений шляхом застосування добрив фон мінерального живлення впливав на ріст і розвиток рослин ярого ячменю під час вегетаційного періоду. Внесення добрив призвело до зміни лінійних параметрів ячменю ярого, таких як висота надземної частини та довжина підземної частини. Для інтенсифікації надземної частини рослин ярого ячменю доцільно використовувати в поєднанні препарат ActiBION з Аміачною селітрою, оскільки параметри збільшилися від 2-х до 16-ти см порівняно з контролем. Використання препаратів у будь-якій кількості призводило до збільшення кореневої системи, а значить і до збільшення поглинаючої здатності рослин, що веде до підвищення імунітету кожного досліджуваного об'єкту. Найбільша довжина кореневої системи спостерігалась у варіанті з сумісним використанням ActiBION з Аміачною селітрою й досягла збільшення на стадії молочної стиглості на 3 см порівняно з контролем. Найбільшу площу листової пластини забезпечило сумісне застосування препаратів ActiBION з Аміачною селітрою. При цьому площа збільшувалася на 18,2 см² порівняно з контролем. Протягом 2017–2019 років спостерігалось підвищення врожайності рослин ячменю ярого під впливом різних видів мінерального живлення. Найвищі показники врожайності мали 2019 року у варіанті з сумісним використанням ActiBION та Аміачної селітри, дещо менші показники отримали 2017–2018 років, що пов'язано з різкими погодними змінами навесні. Але порівняно з контролем вони зросли в межах – 5–16 ц/га, що свідчить про оптимізацію процесів поглинання та засвоєння елементів живлення рослинами ячменю ярого.

Ключові слова: ячмінь ярий, сорт, мінеральне живлення, добрива, технологія вирощування, продуктивність рослини, аміачна селітра, діаміафоска, ActiBION.

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ВИДОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗОНЕ СТЕПИ УКРАИНЫ

С. В. Маслий, Н. А. Коржова,

Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко, пл. Гоголя, 1, г. Старобельск, 92703, Украина

И. И. Ярчук,

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, ул. Сергея Ефремова, 25, 49600, г. Днепр, Украина

В. Ф. Люклянчук,

Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко, пл. Гоголя, 1, г. Старобельск, 92703, Украина

В последние годы наблюдаем климатические изменения, что обуславливает изменение подходов к общепринятым технологиям выращивания яровых зерновых культур. Важным аспектом этого вопроса является получение стабильной урожайности независимо от погодных условий вегетационного периода. Научно обоснованная система удобрения позволяет снизить влияние отрицательных факторов на растения, обеспечивая получение высокой производительности и управления качеством зерна ярового ячменя. Основная задача, которую ставят перед предложенной системой удобрения – раскрыть биологический потенциал культуры. Этого можно достичь путем установления сбалансированных норм удобрений, соответствующих сроков их внесения, что позволит оптимизировать процессы поглощения и усвоения элементов питания растениями. Поэтому в данной статье исследовано влияния различных видов минерального питания на рост, развитие и продуктивность растений ярового ячменя в зоне Степи Украины. Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что созданный путем применения удобрений фон минерального питания влиял на рост и развитие растений ярового ячменя, во время вегетационного периода. Внесение удобрений привело к изменению линейных параметров ярового ячменя, таких как высота надземной части и длина подземной части. Для интенсификации надземной части растений ярового ячменя целесообразно использовать в совместном применении препарат ActiBION с Аммиачной селитрой. Использование препаратов в любом количестве приводило к увеличению корневой системы, а значит и к увеличению поглощающей способности растений, что ведет к повышению иммунитета каждого исследуемого объекта. Наибольшую площадь листовой пластины обеспечило совместное применение препаратов ActiBION с Аммиачной селитрой. При этом площадь увеличивалась на 18,2 см² по сравнению с контролем. Самые высокие показатели урожайности имели в 2019 году в варианте с совместным использованием ActiBION и Аммиачной селитры, они выросли в пределах – 5–16 ц/га, что свидетельствует об оптимизации процессов поглощения и усвоения элементов питания растениями ячменя ярового.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорт, минеральное питание, удобрения, технология выращивания, продуктивность растения, аммиачная селитра, диамафоска, ActiBION.

Вступ

У сучасному аграрному виробництві останніми роками зберігається стійка тенденція до збільшення використання різних видів мінеральних добрив, що обумовлено збереженням балансу поживних речовин і родючості ґрунту та підвищення показників рівня урожайності сільськогосподарських культур [1].

Ячмінь є однією з найпоширеніших зернових культур в Україні та світі [2]. На території нашої держави вирощують озимий і ярий ячмінь. 2017 року посівні площі під ярим ячменем становили 1619,2 тис. га, що менше порівняно з 2016 – 1939,0 тис. га, але натеper спостерігається попит на український ячмінь [3]. Причиною є дисбаланс вирощування ярого ячменю закордонними країнами-виробниками такої культури. За прогнозами 2019/2020 років очікується збільшення посівних площ під ячмінь. Пропозиція зросте на 4,6 млн т [4].

За даними Державної служби статистики в Україні, валовий збір ячменю ярого протягом 2015–2018 років зріс на 10000 т, 2015 року ця цифра складала 60126, а уже 2018 року – 70057 т. Урожайність також збільшилася за цей період з 41,1 до 47,4 ц/га [3].

Загальна урожайність по Україні 2018 року склала 28,3 ц/га, Луганська область перебуває на 15 місці з показником 19,0 ц/га, що пояснюється складністю погодних умов та природного ландшаф-

ту. В п'ятірці лідерів України протягом багатьох уже років є Вінницька, Волинська, Дніпровська, Донецька та Житомирська області [3].

Тому для врегулювання ситуації, що склалася в зоні Степу, вважаємо актуальним дослідити залежність фізіологічних параметрів росту, розвитку і продуктивності рослини ячменю ярого під впливом різних видів мінерального живлення в умовах Луганської області.

Мета досліджень: дослідити вплив різних видів мінерального живлення на ріст і розвиток рослин ячменю ярого в зоні Степу України.

Завдання досліджень: визначити спектр впливу мінеральних препаратів: на довжину надземної і підземної частин, площу листової поверхні та продуктивність рослин ячменю ярого.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження виконувалися на дослідних ділянках кафедри біології та агрономії у відділенні науково-технічної підготовки з аграрного напрямку ЛНУ імені Тараса Шевченка (Луганська область, Старобільський район).

Для досягнення поставленої мети були використані методи емпіричного дослідження: польові, лабораторно-польові й лабораторні експерименти (метод Тюріна, метод Чирікова); спостереження за ростом та розвитком рослин, біометричні обліки, визначення продуктивності рослин тощо; методи теоретичного дослідження (порівняння, аналіз і синтез даних різних варіантів, індукція та дедукція для пояснення результатів досліду, системний підхід для встановлення закономірностей впливу різних видів мінерального живлення на ріст і розвиток рослин ячменю ярого.

Ґрунти дослідних ділянок – чорноземи звичайні на лесових породах з товщиною гумусового шару 65–80 см. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту (за Тюрінім) – 3,8–4,2 %, валового азоту – 0,21–0,26 %, рухомого фосфору – 84–115 мг/кг і обмінного калію (за Чиріковим) – 81–120 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину була нейтральною або слаболужною. Об'ємна маса шару ґрунту 0–30 см – 1,30–1,37 г/см³, загальна шпаруватість – 49–51 %.

Погодні умови в роки досліджень були неоднаковими. За ступенем зволоження були близькими до середніх багаторічних показників. Річна кількість опадів досягала 571–717 мм або 148–171 % від середньобогаторічних показників. Середня річна температура повітря за роки досліджень була в межах 10,7 °С, що на 2,7 °С більше за середні багаторічні показники. Найжаркішими місяцями виявилися липень, серпень, (середньомісячні температури повітря 22,7–23,2 °С, а 2017 року – 25,9–27,3 °С).

Місцеві погодні умови 2017–2019 років сприяли росту і розвитку ячменю ярого. Висів насіння проводився в кінці березня. Насіння ячменю досить крупне та важке. Норми висіву становили 4 млн, тобто 206 кг/га.

Польові досліді розміщували в зернових сівозмінах з прийнятим для регіону чергуванням культур. Попередником ячменю ярого був соняшник, оскільки розміщувати ячмінь після інших попередників не дозволяли площі. Соняшник не є кращим попередником, але наше завдання оптимізувати процеси поглинання та засвоєння елементів живлення рослинами ячменю ярого шляхом внесення збалансованої норми добрив.

На ділянках застосовували мінеральні добрива, що вносили за схемою дослідів.

Фактор А – сорт ячменю ярого Геліос.

Фактор В – внесення мінеральних добрив:

1. Без добрив (контроль);
2. Аміачна селітра NH_4NO_3 у нормі 200 кг на га;
3. Діамофоска $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ у нормі 100 кг на га + Аміачна селітра NH_4NO_3 у нормі 100 кг на га;
4. ActiBION (N – 9, P_2O_5 – 20, K_2O – 12, SO_3 – 15, Ca O – 16, Mg – 2, Mn – 0,01, B – 0,1, Fe – 0,5 у нормі 100 кг на га + Аміачна селітра NH_4NO_3 нормі 100 кг на га.

Ячмінь – скоростигла яра зернова культура. Вегетаційний період складає 60–110 днів. Після сівби сходи з'являються на 6–9 день. Через 12–15 днів після сходів починається кущіння, а через 30–40 днів – стеблуння. Колосіння настає на 45–65 день після сходів. Від виколошування до воскової стиглості зерна – 30–45 днів, налив та досягання зерна забирає 20–25 днів [4, 8].

Ячмінь – типово самозапильна рослина довгого світлового дня. В умовах гострої посухи запліднення відбувається до виколошування або останнє може й не відбутися [4, 8].

Не вибагливий до тепла. Насіння починає проростати при температурі 1–3 °С, сходи в польових

умовах можуть з'являтися при 4–5 °С. Сходи витримують заморозки до 3–4 °С, а вже при 6–8 °С спостерігається пожовтіння листків. Ячмінь досить посухостійкий. Транспіраційний коефіцієнт – 350–450. Дефіцит вологи під час кушіння знижує проєктивну кущистість, викликає значну асинхронність розвитку пагонів. Посуха від колосіння до досягання знижує виповненість зерна [8].

Ярий ячмінь відзначається високою пластичністю і добре росте на різних ґрунтах. Але кращими є структурні родючі ґрунти з глибоким гумусовим шаром та кислотністю – 6,0–7,5 [6, 7].

На управління всіма компонентами врожаю впливає програма збалансованого живлення рослин, що включає макро- та мікроелементи [10].

Сорт ярого ячменю «Геліос» – занесений до Реєстру сортів рослин України з 2006 року. Колос шестирядний, довгий (8–10 см), нещільний (9–10 члеників на 4 см колосового стрижня), неламкий, слабо пониклий, пірамідальної форми з переходом у ромбічну, солом'яно-жовтий. Ості довгі, 16–18 см, паралельні, тонкі, еластичні, жовті, при обмолоті легко відділяються. Кущ прямостоячий, лист не опушений, проміжний, зелений. Висота рослин 70–80 см. Маса 1000 зерен складає 47,8–49,9 г. Сорт для інтенсивних технологій вирощування за зниженими нормами висіву насіння [5].

Результати дослідження та їх обговорення

У результаті досліджень виявлено, що створений шляхом застосування добрив фон мінерального живлення впливав на ріст і розвиток рослин ярого ячменю під час вегетаційного періоду.

Внесення добрив призвело до зміни лінійних параметрів ячменю ярого, таких як висота надземної частини та довжина підземної частини.

Застосування добрив сприяло підвищенню висоти надземної частини рослин ячменю ярого сорту «Геліос» незалежно від норми внесення препаратів на 2,0–16 см на стадії молочної стиглості порівняно з контролем (табл. 1).

1. Довжина надземної частини рослини ячменю ярого сорту «Геліос» на стадії молочної стиглості, см

Варіанти досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Без добрив (контроль);	60	62	62
Аміачна селітра (200 кг на га)	61	64	66
Діамофоска (100 кг на га) + Аміачна селітра (100 кг на га)	70	72	74
ActiBION (100 кг на га) + Аміачна селітра (100 кг на га)	75	76	78

Найбільша висота стебла спостерігалась у варіанті з сумісним застосуванням мікродобрива ActiBION з Аміачною селітрою. Дещо менші показники отримали при сумісному застосуванні Аміачної селітри і Діамофоски.

Отже, для інтенсифікації надземної частини рослин ярого ячменю, доцільно використовувати в сумісному застосуванні препарат ActiBION з Аміачною селітрою.

Застосування досліджуваних препаратів спричиняло й до змін у прирості підземної частини ярого ячменю (табл. 2).

Використання препаратів у будь-якій кількості призводило до збільшення кореневої системи, а значить і до збільшення поглинаючої здатності рослин, що веде до підвищення імунітету кожного досліджуваного об'єкту.

Найбільша довжина кореневої системи спостерігалася у варіанті з сумісним використанням ActiBION з Аміачною селітрою й досягла збільшення на стадії молочної стиглості на 3 см порівняно з контролем. Дещо менші результати одержали на 2-му та 3-му дослідному варіанті.

2. Довжина підземної частини рослини ячменю ярого сорту «Геліос» на стадії молочної стиглості, см

Варіанти досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Без добрив (контроль);	7	7	7,1
Аміачна селітра (200 кг на га)	8,5	9	9,3
Діамофоска (100 кг на га) + Аміачна селітра (100 кг на га)	8,7	9	9,4
ActiBION (100 кг на га) + Аміачна селітра (100 кг на га)	10	10	10,2

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Результати досліджень свідчать, що комплексне застосування ActiBION з Аміачною селітрою порівняно з контролем, мало найбільший вплив на інтенсивність росту кореневої системи.

Загалом внесення препаратів дуже вплинуло на зміну площі листової пластини як на фотосинтезуючу поверхню рослини (табл. 3).

3. Площа листової пластини рослини ячменю ярого сорту «Геліос» на стадії молочної стиглості, см²

Варіанти досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Без добрив (контроль);	28,6	29,25	32,2
Аміачна селітра (200 кг на га)	35,42	35,7	39
Діамофоска (100 кг на га) + Аміачна селітра (100 кг на га)	39,75	40,5	44
ActiBION (100 кг на га) + Аміачна селітра (100 кг на га)	45,9	49,5	50,4

Отже, найбільшу площу листової пластини забезпечує сумісне застосування препаратів ActiBION з Аміачною селітрою. При цьому площа листової пластини збільшувалася на 18,2 см² порівняно з контролем.

Ми дослідили зміни продуктивності рослин ячменю ярого під впливом різних видів мінерального живлення. Від застосування різних видів добрив позитивних змін набуло формування біометричних показників колоса, що відповідно, вплинуло на його продуктивність порівняно з контролем (табл. 4).

Використання як добрива Аміачної селітри забезпечило підвищення врожайності – 1,4–2,9 ц/га порівняно з контролем.

Протягом 2017–2019 років спостерігалось підвищення врожайності при дії на рослини ячменю ярого Діамафоски з Аміачною селітрою в межах 3,1–7,6 ц/га.

4. Продуктивність рослини ячменю ярого сорту «Геліос» на стадії повної стиглості, ц/га

Варіанти досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Без добрив (контроль)	22,0	21,0	22,0
Аміачна селітра (200 кг на га)	24,4	22,4	24,9
Діамофоска (100 кг на га) + Аміачна селітра (100 кг на га)	25,1	24,3	29,6
ActiBION (100 кг на га) + Аміачна селітра (100 кг на га)	27,2	26,4	38,0

Найвищі показники врожайності мали 2019 року у варіанті з сумісним використанням ActiBION та Аміачної селітри, дещо менші показники отримали 2017–2018 років, що пов'язано з різкими погодними змінами навесні. Але порівняно з контролем вони зросли в межах – 5–16 ц/га, що свідчить про оптимізацію процесів поглинання та засвоєння елементів живлення рослинами ячменю ярого.

Отже, проведені трирічні дослідження (2017–2019 рр.) щодо впливу різних видів мінерального живлення на ріст і розвиток ячменю ярого в зоні Степу України вказують на те, що застосування мінеральної системи удобрення до ячменю ярого, навіть у зоні недостатнього зволоження, є важливим агрозаходом. Цей фактор суттєво збільшує вихід рослинницької продукції з 1 гектара площі. Такі результати дослідження мали й сучасні наковці, такі як А. Д. Гирка, І. О. Кулик, О. Г. Андрейченко, І. Д. Ткаліч, Ю. Я. Сидоренко, О. В. Бочевар, О. В. Ільєнко [11, 12, 13, 14, 15, 19, 20].

Зміна клімату, часта повторюваність посух зумовлюють необхідність пошуку шляхів протистояння такому негативному явищу. Все це створює передумови для повнішого використання ґрунтово-кліматичних ресурсів регіону і формування високого рівня урожаю зерна з підвищеними показниками якості [11].

Оскільки ярий ячмінь внаслідок недостатнього розвитку кореневої системи, короткого вегетаційного періоду, підвищених вимог до структури ґрунту серед зернових є найбільш вимогливим до попередників [12], то сучасні сорти здатні формувати вагомий врожай, а при чіткому дотриманні технології вирощування середні врожаї ячменю в Україні можуть досягати 4–6 т/га, як в європейських державах [13].

Власне впровадження в сільськогосподарське виробництво сучасних технологій вирощування, комплексне застосування засобів хімізації, районування нових високоврожайних сортів інтенсивного типу вимагає створення умов для забезпечення належного рівня мінерального живлення, зокрема й мікроелементного, розробки надійних методів його діагностування, а також уточнення й розширення диференційованих показників для оцінки якості продукції [14].

Застосування мінеральних добрив у посівах ярого ячменю позитивно впливає на стартовий ефект початкового етапу розвитку рослин [15], тим самим забезпечує урожайність цієї культури [16]. Тому що саме продуктивність рослин і урожайність зерна – головні критерії при оцінці ефективності агротехнологічних заходів вирощування ячменю ярого [17].

Отже, правильний вибір кращих перспективних сортів ячменю з урахуванням біологічних властивостей їхнього розвитку, дотримання технології вирощування – головна умова отримання високих врожаїв, що економічно доцільно для виробників зернопродукції [18].

Висновки

Комплексне застосування ActiBION з Аміачною селітрою порівняно з контролем мало найбільший вплив на інтенсивність росту надземної та підземної частин рослин ячменю ярого. Максимальну площу листової пластини забезпечило сумісне застосування препаратів ActiBION з Аміачною селітрою. При цьому площа листової пластини збільшувалася на 18,2 см² порівняно з контролем. Продуктивність рослин ячменю ярого змінювалась позитивно протягом 2017–2019 рр. з використанням різних видів мінерального живлення. Найвищі показники врожайності мали 2019 року у варіанті з сумісним використанням ActiBION та Аміачної селітри.

Перспективи подальших досліджень. Одержані результати досліджень створюють наукові основи щодо оптимізації елементів технології вирощування ячменю ярого в умовах зони Степу України.

References

1. Kernasiuk, Yu. (2018). Popyt i vykorystannia mineralnykh dobryv. *Zhurnal Ahrobiznes Sohodni*. Retrieved from: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichni-hektar/item/10772-rynok-mineralnykh-dobryv.html> [In Ukrainian].
2. Avramchuk, A. (2018). 7 advantages of spring barley cultivation. *Journal of Agribusiness of Ukraine*. Retrieved from: <https://superagronom.com/articles/160-7-plyusiv-viroschuvannya-yarogo-yachmenyu-uspishnyi-dosvid-gospodarstva-lische> [In Ukrainian].
3. Kononiuk, V. A., Borysonik, Z. B., Musatov, A. H., & Vesna, B. A. (1986). *Yachmin*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].
4. Sorty roslyn. *Informatsiino-analitychna systema – Ahrarii razom*. Retrieved from: <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/gelios> [In Ukrainian].
5. Nosenko, Yu. (2010). Systemy obrobittu gruntu i aspekty rozvytku. *Ahro Perspektyva*, 3, 64–66 [In Ukrainian].
6. Horobets, A. H., Horbatenko, A. I., & Tsyliuryk, O. I., (2009). Minimalizatsiia obrobittu gruntu pry vyroshchuvanni yaroho yachmeniu v Stepu. *Ahronom*, 4, 40–45 [In Ukrainian].
7. Horash, O. S. & Khomina, V. Ya. (2009). Ahrobiolohichne obgruntuvannya upravlinnia protsesom kushchinnia roslyn yachmeniu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 7, 28–32 [In Ukrainian].
8. Markin, B. K. (2008). Effektivnost mineralnykh udobrenij na yachmene. *Zerno*, 8, 6–8 [In Russian].
9. Titova, E. M. (2007). Produktivnost sortov yachmenya v zavisimosti ot sistem udobrenij. *Agronom*, 4, 94–97 [In Russian].
10. Dosphehov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
11. Hyrka, A. D., Viniukov, O. O., & Dmytrenko, P. P. (2013). Vyznachennia rivnia ekolohichnoi plastychnosti sortiv yachmeniu yaroho za dopomohoiu hrafichnoho alhorytmu analizu elementiv struktury vrozhaivosti. *Biuleten Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 4, 68–73 [In Ukrainian].
12. Hyrka, A. D., Kulyk, I. O., & Andreichenko, O. H. (2013). Osoblyvosti formuvannya vrozhaivosti vivsa ta yachmeniu yaroho pid vplyvom poperednykiv i fonu mineralnogo zhyvlennia. *Biuleten Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 4, 112–116 [In Ukrainian].
13. Hyrka, A. D., Sydorenko, Yu. Ya., Iliencko, O. V., & Hyrka, T. V. (2011). Realizatsiia potentsialu produktyvnosti suchasnykh sortiv yachmeniu yaroho v umovakh zminy klimatu. *Biuleten Instytutu Zernovoho Hospodarstva NAAN Ukrainy*, 40, 114–119 [In Ukrainian].
14. Chaban, V. I., Kliavzo, S. P., & Podobed, O. Yu. (2017). Akumuliatsiia mikroelementiv roslynamy yachmeniu yaroho u zoni Stepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 1 (1), 134–137 [In Ukrainian].
15. Hyrka, A. D., Tkalic, I. D., Sydorenko, Yu. Ya., Bochevar, O. V., & Ylenko, A. V. (2017).

Porivnialna produktyvnist yachmeniu yaroho ta ozymoho-dvoruchky zalezno vid ahrotekhnichnykh zakhodiv vyroshchuvannya. *Zernovi Kultury*, 1 (2), 262–269 [In Ukrainian].

16. Davydochuk, M. I., Kravchenko, O. V., & Voronyi, O. O. (2012). Vplyv mineralnykh dobryv na produktyvnist i yakist yachmeniu. *Naukovi Pratsi Chornomorskoho Derzhavnoho Universytetu im. Petra Mohyly Kompleksu "Kyievo-Mohylianska Akademiia". Seriia : Ekolohiia*, 167 (179), 76–77 [In Ukrainian].

17. Mamiedova, E. I. (2018). Vplyv ahrotekhnologichnykh zakhodiv vyroshchuvannya na formuvannya nadzemnoi masy roslyn yachmeniu yaroho v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 2 (1), 61–66 [In Ukrainian].

18. Cherenkov, A. V., Hyrka, A. D., Sydorenko, Iu. Ya., Ilienکو, O. V., & Bochevar, O. V. (2011). Tekhnologichni zakhody pidvyshchennia produktyvnosti bahatoriadnykh sortiv yachmeniu yaroho v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Biuleten Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 1, 3–8 [In Ukrainian].

19. Kulyk, I. O. (2014). Optymizatsiia mineralnoho zhyvlennia roslyn yachmeniu yaroho pislia riznykh poperednykiv u pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 6, 125–131 [In Ukrainian].

20. Cherchel, V. Yu., Aldoshyn, A. V., & Liashchenko, O. I. (2014). Yachmin – stan vyrobnytstva, novi sorty i mozhlyvosti. *Biuleten Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 6, 42–47 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 29.10.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Маслійов С. В., Коржова Н. О., Ярчук І. І., Люклянчук В. Ф. Вплив різних видів мінерального живлення на ріст і розвиток ячменю ярого в зоні Степу України. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 28–35.

© Маслійов Сергій Володимирович, Коржова Наталія Олександрівна,
Ярчук Ігор Іванович, Люклянчук Володимир Федорович, 2019

original article | UDC: 635.21:631.523.4 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.04

DRY MATTER CONTENT IN POTATO TUBERS AT BACKCROSSING AND CROSSING POTATO VARIETIES

A. A. Podhaietskyi,

ORCID ID: [0000-0002-2130-8835](https://orcid.org/0000-0002-2130-8835), E-mail: podgaje@ukr.net,

V. M. Kovalenko,

M. O. Hnitetskiy,

ORCID ID: [0000-0002-8088-2677](https://orcid.org/0000-0002-8088-2677),

Sumy National Agrarian University, 160, Kondratieva str., Sumy, 40021, Ukraine

The importance of high dry matter content in potato varieties, especially for processing and obtaining industrial products, as well as animal feed, is undeniable. To produce varieties with such characteristics, a high quality selection material is required. Interspecific potato hybrids are particularly significant in this respect, and therefore evaluating their characteristics for practical breeding purposes is relevant. The purpose of the study was to compare the presence of dry matter in tubers of parental forms: interspecific hybrids and their backcrosses, varieties, progeny from their crossing. The research methodology was used as generally accepted for this crop. Among the parental forms, especially for high dry matter content per plant, a double back cross of a six-species hybrid 08.195/73–121.7 g/plant and a six-species hybrid 81.459s18–83.3 g/plant were distinguished. Among the varieties, the best in this respect was Verdi variety – 71.2 g/plant. The progeny of combinations was characterized by significant difference in the trait manifestations. The minimum value of the limits was 7.1 times, the maximum value of the limits – 2.3 times, and population hybrids – 4.2 times. The specific mutual influence of the inheritance of one male parent on the expression of dry matter content in the progeny tubers was revealed. The smallest difference in index manifestation occurred among the three combinations involving the female parent of the Podolia variety – 25.4 g/plant. The Letana variety turned out to be the best pollinator in the block of five populations with back cross 08.195/73. The opposite was true of the Meliavitsa variety. Hybrids were found in each population with a higher index manifestation than in the best male parents, and in case of female parents of Podolia x Basis and Podolia x Strumok, it was found in all hybrids. The same concerns the proportion of progeny with dry matter content of 100 g/plant and more. However, the proportion of material with this characteristic was smaller with the maximum value in the population of Bagriana x 89,202s79 – 75 %. A direct and high dependence ($r = + 0.89$) was observed only between the trait manifestation in the female parents and the middle parents. It was high and inverse between the trait manifestation in female parents and the proportion of progeny with a higher index expression than that of the best parent.

Key words: potato, dry matter content, back crosses, varieties, crossing combinations.

УМІСТ СУХОЇ РЕЧОВИНИ У БУЛЬБАХ ПОТОМСТВА ВІД БЕККРОСУВАННЯ ТА СХРЕЩУВАННЯ СОРТІВ КАРТОПЛІ

А. А. Подгаєцький, В. М. Коваленко, М. О. Гнітецький,

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Специфічність картоплі – наявність значної кількості води в бульбах, що знижує її енергетичну цінність, робить високозатратним її перевезення, обмежує використання для переробки на картоплепродукти та одержання промислової продукції. Переважно прояв умісту сухої речовини в бульбах

сортів залежить від вихідного матеріалу, за участі якого вони створені, а тому оцінка його за ознакою становить актуальність цього дослідження. Серед батьківських форм особливо виділились за вмістом сухої речовини в перерахунку на рослину дворазовий беккрос шестивидового гібрида 08.195/73 з проявом ознаки 121,7 г/рослину і шестивидовий гібрид – 83,3. Поміж сортів максимальне вираження показника мав сорт Верді – 71,2 г/рослину. Потомство комбінацій значно відрізнялося за проявом ознаки. Стосовно мінімальної величини лімітів це становило 7,1 рази, максимальної – 2,3, а гібридів популяцій – 4,2. Це спостерігалось також між комбінаціями з однаковою однією батьківською формою. Середнє трьох популяцій за участі материнської формою сорту Подолія різнилось на 25,4 г/рослину. Значно вищим воно було між комбінаціями від схрещування з сортом Струмок (материнська форма) – 115,2 г/рослину. Виявлений кращий запилювач у блоці з п'яти популяцій з беккросом 08.195/73. Ним був сорт Летана. Протилежне стосувалося сорту Мелявіца. У всіх комбінацій виділені гібриди з вищим проявом показника, ніж у кращій батьківській формі, а за участі як материнської форми сорту Подолія це стосувалося усього потомства. Менша частка гібридів мала вихід сухої речовини 100 г/рослину і більше. Лише між проявом ознаки в материнських форм та середнього батьків мала місце пряма і висока залежність ($r = + 0,89$). Високою і зворотною вона була між проявом ознаки в материнських форм та часткою потомства з вищим вираженням показника, ніж у кращого з батьків.

Ключові слова: картопля, вміст сухої речовини, беккроси, сорти, комбінації схрещувань.

СОДЕРЖАНИЕ СУХОГО ВЕЩЕСТВА В КЛУБНЯХ ПОТОМСТВА ОТ БЕККРОССИРОВАНИЯ И СКРЕЩИВАНИЯ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

А. А. Подгаецкий, В. Н. Коваленко, М. О. Гнитецкий,

Сумской национальной аграрный университет, г. Сумы, Украина

Очень часто важно иметь в клубнях картофеля высокое содержание сухих веществ. Создание новых сортов с высоким проявлением признака в большой степени зависит от исходного селекционного материала, поэтому целью исследования было оценить родительские формы, потомство, полученное с их участием относительно проявления показателя. Среди родительских форм высокое содержание сухих веществ в клубнях отмечено у двухкратного беккрасса шестивидового гибрида 08.195/73 – 121,7 г/растение. Среди сортов это относилось к сорту Верди – 71,2 г/растение. Большое варьирование показателя имело место среди потомства. Максимальное среднее популяционное проявление признака отмечено в комбинации Струмок х Явир – 177,4 г/растение. Противоположное соотносилось с происхождением 08.195/73 х Мелявица. В каждой комбинации выделены гибриды с более высоким содержанием сухих веществ, чем у лучшей родительской формы, а также имеющих их 100 г/растение и больше. Только между проявлением признака у материнских форм и среднего родителей отмечена высокая прямая зависимость ($r = + 0,89$).

Ключевые слова: картофель, содержание сухого вещества, беккроссы, сорта, комбинации скрещиваний.

Вступ

Особливість, яка відрізняє картоплю від багатьох сільськогосподарських культур – це наявність у бульбах великої кількості води, що становить у середньому 75 % [1]. Зважаючи на це, картоплю не доцільно перевозити на великі відстані (транспортуватиметься переважно вода), відносна кількість її в певному об'ємі продукції досить велика, а тому в багатьох країнах, особливо, які розвиваються, бульби вживають свіжими [2].

До сухої речовини бульб входять органічні та мінеральні речовини. Частка останніх є несуттєвою – близько 1 % [3]. Приблизно 83 % сухих речовин складають безазотисті екстрактивні речовини: крохмаль, декстрини, моно- і олігоцукри, пектинові речовини, органічні кислоти, а також азотисті, основу яких складає білок. На реалізацію генетичного потенціалу сортів щодо вмісту сухих речовин впливають численні чинники, зокрема біостимулятори та гербіциди [4], місце вирощування [5].

Дуже важливий вміст сухих речовин для сортів, бульби яких використовуються на корм тваринам [6]. Зокрема цінними складниками для такого напряму використання картоплі є вміст крохмалю та білка. Наявність сухих речовин у бульбах регламентує можливість використання їх для переробки на

картоплепродукти. Економічно доцільним є використання для переробки на картоплю фрі, чіпси бульби з вмістом сухої речовини не менше 22 % [7]. Збільшення вмісту сухої речовини в бульбах на 1 % дає змогу отримати додатково з 1 центнера вихідного матеріалу 1 кг сушених продуктів [8]. Крім цього, у процесі виготовлення чіпсів, картоплі фрі для переробки бульб з високим вмістом сухих речовин потрібно менше олії, або жиру [9].

Сорти істотно відрізняються за вмістом сухої речовини, яка може коливатися в межах 13–37 % [10]. Незважаючи на значні зусилля селекціонерів у напрямі створення сортів з великою часткою сухих речовин, з її збільшенням це зробити все важче.

Матеріали і методи досліджень

Вихідним матеріалом використані батьківські форми: міжвидові гібриди, їх беккроси, сорти, а також потомство від їх схрещування. Методика загально прийнята для селекційно-генетичних досліджень з картоплею [11]. Вихід сухої речовини в перерахунку на рослину одержували як частку від множення продуктивності на вміст сухої речовини в бульбах.

Результати дослідження та їх обговорення

Як свідчать дані таблиці 1, батьківські форми суттєво різняться за виходом сухих речовин з однієї рослини. Серед міжвидових гібридів максимальне значення показника відмічено у дворазового беккроса шестивидового гібрида 08.195/73, що становило 121,7 г/рослину. Це в 2,6 рази більше, ніж у кращого сорту-стандарту Явір. Одержаний результат обумовлений середнім вмістом крохмалю в гібрида й високою продуктивністю. Значно меншу величину показника мав шестивидовий гібрид 81.459с18 – 83,3 г/рослину. Мінімальний прояв ознаки характерний для одноразового беккроса шестивидового гібрида 89.202с79 – 42,7 г/рослину, що є близьким до значення виходу сухої маси у кращого сорту-стандарту.

1. Вихід сухих речовин у батьківських форм та їх середнє, 2019 р.

№ комбінації	Походження	Вихід сухих речовин, г/гніздо		
		♀	♂	середнє
4	Верді х Базис (85.291с12 х Багряна)	71,2	54,0	62,6
5	Верді х 81.459с18	71,2	83,3	78,7
6	Зелений гай х Подолянка (Аусонія х 88.1439с6)	45,0	49,4	47,4
7	Верді х Подолянка	71,2	49,4	60,1
8	Гетерів х Подолянка	40,0	49,4	44,9
9	08.195/73 х Подолянка	121,7	49,4	83,6
10	08.195/73 х Партнер	121,7	61,7	89,7
11	08.195/73 х Летана	121,7	69,0	98,5
12	08.195/73 х Мелавіца	121,7	43,3	82,1
13	08.195/73 х Тирас	121,7	30,0	70,2
14	10.6Г38 х Подолія	70,6	38,5	53,9
15	10.6Г38 х Білоруська 3	70,6	40,2	56,3
16	Подолія х Базис	44,8	54,0	49,7
18	Подолія х Струмок	38,5	33,6	36,5
21	Гетерів х Струмок	40,0	33,6	36,9
22	Базис х Тирас	54,0	30,0	41,3
23	Базис х Подолія	54,0	38,5	46,0
24	Струмок х Подолія	33,6	38,5	36,5
25	Струмок х Явір	33,6	47,7	40,8
26	Подолія х 81.459с18	38,5	83,3	60,3
28	Багряна х 89.202с79	57,0	42,7	50,3
	Тирас, стандарт			30,0
	Явір, стандарт			47,7
	Случ, стандарт			27,5

$$\bar{X} \pm S_{\bar{X}} = 3,8$$

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Поміж сортів-міжвидових гібридів вищий прояв ознаки виявлений у сорту Базис – 54,0 г/рослину. Близькі значення отримані в іншого сорту з аналогічним походженням – Подолянка (49,4 г/рослину).

Серед сортів найвищий вихід сухої речовини отриманий у сорту Верді – 71,2 г/рослину, що обумовлено підвищеним умістом її в бульбах, хоча продуктивність його порівняно невелика. Схоже значення мав сорт Летана – 69,0 г/рослину. Протилежне значення спостерігалось в сорту Тирас, у якого величина показника становила лише 30,0 г/рослину.

Середнє батьків залежало від вираження показника в кожного з них, а тому найвищий вихід сухої речовини відмічено серед компонентів схрещування: беккреса 08.195/73 і сорту Летана – 98,5 г/рослину. Прояв ознаки більше 80 г/рослину виявлений у батьків: беккреса 08.195/73 (материнська форма) і запилювачів сортів Подолянка, Партнер і Мелавіца.

Отримані дані свідчать про значну відмінність потомства комбінацій за мінімальним значенням показника лімітів (табл. 2). У п'яти з 21-ї прояв ознаки не перевищував 16 г/рослину. Це стосувалося двох популяцій, у яких запилювачем використаний сорт Подолянка, двох за участі материнської форми п'ятиразового беккреса шестивидового гібрида 10.6Г38 та популяції Базис х Тирас. Це можна пояснити полігенним контролем складників виходу сухих речовин: продуктивності та умісту сухих речовин [12].

Ще більшою мірою, ніж згадане, відносилось до максимального прояву лімітів. Найбільший вихід сухих речовин у перерахунку на рослину відмічений у одного з гібридів комбінації Подоля х Базис – 281,3 г. У 15-и популяцій вираження показника перевищувало 200 г/рослину. Це стосувалося чотирьох комбінацій з п'яти, де материнською формою використаний дворазовий беккрес шестивидового гібрида 08.195/73, двох популяцій з материнською формою сортом Базис, двох із запилювачем сортом Струмок та інших.

Протилежне спостерігалось в комбінації Верді х Базис, серед потомства якої максимальне вираження показника становило 116,7 г/рослину. Лише дещо вищим (близько 150 г/рослину) воно було у популяцій 08.195/73 х Мелавіца та Струмок х Подоля.

2. Вихід сухої речовини в потомства від беккресування міжвидових гібридів та сортів (друге бульбове покоління), 2019 р.

№ комбінації	Кількість гібридів, шт.	Вихід сухої речовини у потомства, г/рослину			V, %	Гібридів (%) з виходом сухої речовини, г/рослину	
		ліміти	різниця лімітів	$\bar{X} \pm S\bar{X}$		вище кращої з батьківських форм	100 і більше
4	5	44,9–116,7	71,8	67,6±14,1	38	20	20
5	13	24,6–258,1	233,5	104,9±16,7	58	62	54
6	15	15,9–223,9	208,0	98,8±16,1	59	80	33
7	15	15,2–181,7	166,5	99,1±13,5	49	53	47
8	19	23,6–217,7	194,1	65,5±16,4	76	63	32
9	17	57,2–230,6	173,4	106,9±10,8	42	12	47
10	10	23,0–209,1	186,1	102,6±18,6	51	20	30
11	24	34,8–264,8	230,0	111,4±19,4	82	17	29
12	9	33,0–159,6	126,6	42,2±14,1	42	44	26
13	22	37,6–215,7	178,1	97,6±10,3	46	23	41
14	21	12,1–198,6	186,5	103,6±12,5	52	62	43
15	20	15,7–180,4	164,7	87,3±10,5	52	40	30
16	6	52,9–281,3	228,4	117,2±21,8	66	100	33
18	8	86,2–239,7	153,5	129,4±17,9	37	100	63
21	7	27,2–210,7	183,5	91,2±23,0	67	86	29
22	28	13,6–267,7	254,2	105,6±11,9	56	72	46
23	38	27,4–204,4	177,0	94,7±11,1	52	66	34
24	7	20,0–148,8	128,8	62,2±15,4	82	43	14
25	7	39,6–271,8	232,2	177,4±29,8	40	57	43
26	5	68,2–209,9	141,7	142,6±29,6	42	60	60
28	8	24,2–226,8	202,6	171,9±30,6	67	88	75

Різниця лімітів залежала переважно від максимального їх значення. Підтвердженням цього може бути найменша її величина в комбінації Верді х Базис – 71,8 г/рослину. Найбільшою вона виявилась у популяції Базис х Тирас – 254,2 г/рослину, а ще в чотирьох популяціях величина показника була в межах 230 г/рослину.

Лише в одній комбінації: 08.195/73 х Мелавіца середня популяційна величина виходу сухих речовин у перерахунку на рослину була меншою, ніж у сорту-стандарту Явір. Максимальне значення показника відмічено в комбінації Струмок х Явір – 177,4 г/рослину. Схожий прояв ознаки був у популяції Багряна х 89.202с79 – 171,9 г/рослину.

У більшості комбінацій зі схожим походженням мала місце значна різниця у прояві показника. Мінімальною вона була серед двох комбінацій за участі материнською формою п'ятиразового беккроса шестивидового гібрида 10.6Г38 – 16,3 г/рослину.

Вдалим для високого прояву ознаки виявилось використання материнською формою сорту Подолія. В усіх комбінаціях середнє значення показника перевищило 100 г/рослину, але різниця між ними була порівняно невеликою – 25,4 г/рослину.

У блоці популяцій з материнською формою сортом Верді та запилювачами сортом Базис та шестивидовим гібридом 81.459с18 вона становила 37,3 г/рослину. Схожі дані (41,4 г/рослину) отримані серед комбінацій із запилювачем сортом Подольнка, де гіршою материнською формою був сорт Терів, а найкращою – беккрос 08.195/73. Це ж стосувалось двох популяцій, де запилювачем використано сорт Подолія. Різниця між ними у прояві показника становила 32,5 г/рослину.

Серед п'яти комбінацій з материнською формою дворазовим беккросом шестивидового гібрида 08.195/73 різниця у вираженні показника сягала 69,2 г/рослину, хоча максимальне середнє його значення в популяції 08.195/73 х Летана (111,4 г/рослину) було порівняно невисоким. Відмінність між комбінаціями обумовлена дуже низьким проявом ознаки в комбінації з сортом Мелавіца.

Ще більшою виявилась різниця середньої популяційної величини показника в комбінації Струмок х Подолія і Струмок х Явір – 115,2 г/рослину. Гіршим запилювачем був сорт Подолія.

Не виявлено реципрокного ефекту між проявом ознаки серед потомства комбінацій Подолія х Базис і Базис х Подолія. Різниця між ними становила 22,5 г/рослину. Протилежне стосувалося популяцій Подолія х Струмок і Струмок х Подолія, у яких вона сягала 67,2 г/рослину.

Найменшим виявилось варіювання прояву ознаки серед потомства комбінацій Подолія х Струмок (величина коефіцієнта варіації 37 %) та з походженням Верді х Базис – 38 %. Протилежне стосувалось популяцій 08.195/73 х Летана і Струмок х Подолія, у яких прояв показника становив 82 %.

Усі гібриди комбінацій Подолія х Базис і Подолія х Струмок перевищили величину виходу сухої маси в перерахунку на рослину у кращій батьківської форми. Це сталося з причини дуже низького значення показника в обох компонентів схрещування. Протилежне відносилось до популяцій 08.195/73 х Подольнка і 08.195/73 х Летана, в яких частка потомства з більшим проявом ознаки, ніж у кращій батьківської форми, відповідно, становила 12 і 17 %. Причина викладеного у високому значенні показника в материнській формі.

Цінними комбінаціями для практичної селекції є з великою часткою потомства, що мало вихід сухої речовини з гібрида 100 г і більше. У чотирьох популяцій частка такого матеріалу перевищувала 50 %, що свідчить про їх особливу перспективність за ознакою. Це такі комбінації: Верді х 81.459с18, Подолія х Струмок, Подолія х 81.459с18 і Багряна х 89.202с79. У шести популяціях частка гібридів зі згаданим проявом показника становила більше 40 %. Протилежне викладеному стосувалось комбінації Струмок х Подолія, у якій вона була лише 14 %.

Виявлена висока і пряма залежність між проявом ознаки в материнських форм та середнього батьків з величиною коефіцієнта кореляції +0,89 (табл. 3).

Високою, але оберненою вона виявилась між проявом ознаки в материнських форм та часткою потомства з вищим проявом показника, ніж у кращій батьківської форми. Середньою і прямою вона була між часткою потомства з виходом сухої речовини у перерахунку на рослину 100 г і більше та середнім популяційним значенням показника, а також часткою потомства з вищим проявом ознаки, ніж у кращій батьківської форми. Аналогічне стосувалося прояву ознаки в запилювача та середнього батьків. Оберненою залежністю характеризувалось відношення між середнім батьків та часткою потомства з вищим проявом ознаки, ніж у кращій батьківської форми. В інших співвідношеннях зв'язок був слабким.

3. Залежність (*r*) між виходом сухої речовини у перерахунку на рослину батьківських форм і потомства, 2019 р.

№ з/п	Показник	2*	3	4	5	6
1	Прояв ознаки у материнської форми	+0,12	+0,89	-0,27	-0,75	+0,01
2	Прояв ознаки у запилювача		+0,54	+0,17	-0,21	+0,10
3	Середнє батьків			+0,16	-0,72	+0,05
4	Середнє популяційне				+0,34	+0,55
5	Частка потомства з вищим проявом ознаки, ніж у кращої батьківської форми					+0,37
6	Частка потомства з виходом сухої речовини у перерахунку на рослину 100 г і більше					

Примітка: * – цифри заголовку граф відповідають номерам за порядком першої колонки.

Вважаємо, що високий вихід сухих речовин серед багатьох міжвидових гібридів, їх беккросів (121,7 г/гніздо у триразового беккроса шестивидового гібрида 08.195/73, 83,3 г/гніздо в шестивидового гібрида 81.459с18 тощо) обумовлений інтрогресією цінних генів контролю ознаки від співродичів культурних сортів, що обумовило широку генетичну основу створеного матеріалу і стало основою для прояву гетерозису [13–15]. Максимальний прояв ознаки в сорту Верді становив 71,2 г/гніздо, а мінімальним характеризувався сорт Тирас – 30,0 г/гніздо. Це підтвердилось також значною часткою потомства з вищим проявом показника, ніж у кращої батьківської форми.

Відмічено, що розподіл потомства за виходом сухої речовини, як правило, описується одновершинними варіаційними кривими, що узгоджується з думкою окремих дослідників [2–8]. Безумовно, як стверджують ці вчені, на вираження показника впливають також абіотичні чинники, хоча метеорологічні умови 2019 року не можна вважати оптимальними для росту й розвитку картоплі.

Відмінність у прояві ознаки блоку комбінацій за участі материнською формою беккроса 08.195/73 можна пояснити специфічною комбінаційною здатністю його та інших компонентів схрещування, що підтверджувалось також іншими дослідниками [14–20].

Висновки

Серед батьківських форм за виходом сухих речовин у перерахунку на рослину виділились міжвидові гібриди 08.195/73 і 81.459с18. Серед сортів кращим у цьому відношенні був сорт Верді. Комбінації значно різнились за проявом лімітів. За мінімальною їх величиною різниця становила 7,1 раз, а за максимальною – 2,4. Аналогічне стосувалося середнього популяційного значення показника з різницею в 4,2 рази. Виявлена велика різниця потомства комбінацій з одним однаковим компонентом схрещування. Між популяціями за участі материнською формою сорту Струмок вона була 115,2 г/рослину, проте серед потомства з цим сортом як запилювачем тільки 38,2. Встановлено, що у блоці з п'яти комбінацій, у яких материнською формою використаний беккрос 08.195/73, найкращим запилювачем виявився сорт Летана, а у блоці з чотирьох комбінацій за участі запилювачем сорту Подольнянка – беккрос 08.195/73. Висока пряма залежність мала місце лише між проявом ознаки в материнських форм і серед батьків з величиною коефіцієнта кореляції +0,89. Оберненою вона виявилася між проявом ознаки в материнських форм і часткою потомства з вищим проявом показника, ніж у кращого з батьків.

Перспективи подальших досліджень. Виділені гібриди з високим проявом досліджуваної ознаки та комплексом господарсько-цінних варто оцінювати в селекційних розсадниках. Для використання в селекції високого вмісту сухих речовин у бульбах картоплі виділені перспективні комбінації та компоненти схрещування.

References

1. Vlasjuk, P. A., Vlasenko, N. E., & Mytsko, V. N. (1979). *Khymycheskyi sostav kartofelia y puty uluchshenyia eho kachestva*. Kyev: Naukova dumka [In Ukrainian].
2. Solaiman, A. H. M., Nishizawa, T., Roy, T. S., Rahman, M., Chakrabort, R., Choudhury, J., Sarkar Md. D., & Hasanuzzam, M. (2015). Yield, Dry Matter, Specific Gravity and Color of Three Bangla-

- deshi Local Potato Cultivars as Influenced by Stage of Maturity. *Journal of Plant Sciences*, 10 (3), 108–115. doi:10.3923/jps.2015.108.115.
3. Shamyakina, I. P. (Ed.). (1988). *Bulba. Enciklopedicheskij spravochnik o kartofele*. Minsk: Belorusskaya sovetskaya enciklopediya [In Russian].
4. Baranowska, A. (2018). Yield of dry matte and starch of edible potato tubers in conditions of application of growth biostimulators and herbicide. *Acta Agronomica*, 25 (4), 397–407. doi:10.31545/aagr/99073.
5. Wadas, W., & Rymuza, K. (2019). Comparative Study of the Quality of New Potatoes Imported from the Mediterranean Area. *Journal of Ecological Engineering*, 20 (5), 59–68. doi:10.12911/22998993/105326.
6. Alsmik, P. I., Ambrosov, P. L., Vecher, A. S., Goncharik, M. N., & Mokronosov, A. T. (1979). *Fiziologiya kartofelya*. Moskva: Kolos [In Russian].
7. Bondarchu, A. A., Koltunov, V. A., & Kravchenko, O. A. (2009). *Kartoplya: viroshuvannya, yakist zberezhennya: monografiya*. Kiyiv: KIT [In Ukrainian].
8. Davin, A. (1972). La culture de la pomme de terre et les exigences actuelles. *La Pomme de Terre Fran*, 34, 349–358.
9. Shpaar, D. (Ed.). (2004). *Kartofel: monografiya*. Torzhok: ООО «Variant» [In Russian].
10. Kuchko, A.A., Vlasenko, M.Yu. & Mitsko, V.M. (1998). *Fiziologiya ta biohimiya kartopli: monografiya*. Kiyiv: Dovira [In Ukrainian].
11. Kutsenko, V. S., Osypchuk, A. A., Podhaietskyi, A. A., Kononuchenko, V. V., Buhaieva, I. P., Vermenko, Yu. Ia., Znamenskyi, O. P., Kalitskyi, P. F., Kochura, V. D., Moroz, I. Kh., Nazar, S. H., Oliynyk, T. M., Pochynok, V. Ia., Razkevych, M. P., Riznyk, V. S., Rudenko, H. S., Riazantsev, V. B., Sydorchuk, V. I., Svertoka, V. Ie., Tarasenko, O. O., Tymoshenko, T. V., Khareba, V. V., Cherednichenko, L. M., Sharapa, M. H., Mytsko, V. M., Kononuchenko, A. O., Kostyuk, I. I., Malenko, I. M., Kharchenko, V. V., Tsarenko, M. I., Bondus, R. O., Kravchenko, V. V., Petrov, Ye. Ie., Storozhuk, V. A., Taran, O. P., Chechitko, I. P., Voitseshyna, N. I., Beloshytska, N. I., Matskevych, V. V., Tarashchenko, N. I., Zakharchuk, N. A. (2002). *Metodychni rekomendatsii shchodo provedennia doslidzhen z kartopleiu*. Nemishaieva: IK UAAN [In Ukrainian].
12. Yashina, I. M., Pershutina, O. A., & Kirsanova, E. V. (1973). Genetika morfologicheskikh i hozyajstvenno-cennykh priznakov kartofelya. In Hvostova, V. V. & Yashina, I. M. (Red.). *Genetika kartofelya* (pp. 333–359). Moskva: Nauka [In Russian].
13. Amoros, W. R., & Mendoza, H. A. (1979). Relationship between heterozygosity and yield in utotetraploid potatoes. *Am. Pot. J*, 56, 455.
14. Landeo, J. A., & Hanneman, R. E. Jr. (1982). Heterosis and combining ability of *Solanum tuberosum* Group Andigena haploids. *Pot. Res*, 25, 227–237.
15. Staub, J. E., Grun, P. & Amoah, V. (1982). Cytoplasmic evaluations during sub-stittution backcrossing in *Solanum*. *Pot. Res*, 25, 299–320.
16. Alsmik, P. I. (1979). *Selektsiya kartofelya v Belorussii: monografiya*. Minsk: Uradzhay [In Russian].
17. Yashina, I. M. (1966). Printsipy geneticheskikh issledovaniy pri selektsii na povyishennoe sodержanie krahmala i ustoychivost k fitoftore. In *Sbornik trudov «Kartofel»* (pp. 49–58). Minsk: Uradzhay [In Russian].
18. Semenova, I. A. (1972). Ispolzovanie vida *S. demissum* Lindl. pri selektsii na povyishennoe sodержanie suhih veschestv. In *Sbornik trudov «Kartofel»* (pp. 60–70). Minsk: Uradzhay [In Russian].
19. Schick, R., & Hopfe A. (1962). *Die Zuchtung der Kartoffel*. Handbuh II: Berlin.
20. Killick, R. J. (1977). Genetic analysis of several traits in potatoes by means of a diallel cross. *Annals of Applied Biology*, 86 (2), 279–289. doi: 10.1111/j.1744-7348.1977.tb01841.x.

Стаття надійшла до редакції 15.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Подгаєцький А. А., Коваленко В. М., Гнітецький М. О. Уміст сухої речовини в бульбах потомства від беккросування та схрещування сортів картоплі. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 36–42.

© Подгаєцький Анатолій Адамович, Коваленко Владислав Миколайович,
Гнітецький Максим Олегович, 2019



original article | UDC: 633.1:631.58 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.05

PECULIARITIES OF CORN YIELD MANAGEMENT UNDER UNSTABLE MOISTENING

M. M. Marenych,

ORCID ID: [0000-0002-8903-3807](https://orcid.org/0000-0002-8903-3807), E-mail: mykola.marenych@pdaa.edu.ua,

V. O. Kaplenko,

E-mail: vladkap97@gmail.com,

K. V. Koba,

E-mail: kristinakoba3@gmail.com,

O. R. Holub,

E-mail: oleksandr.golub.ext@bayer.com,

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

The following peculiarities of corn yield formation were studied in three-year experiment: yield analysis in crop rotation; the effect of pre-sowing seed treatment; the impact of fertilization system; sowing density and speed of sowing implement movement on the yield. It was established that using cattle manure as organic fertilizers in the amount of 50 t/ha compensated the negative effect of undesirable proceeding crop, for example sunflower, under which this rate was applied. Corn yield in such case was the highest and made 9.7... 11.1 t/ha, the yield after corn was 9.4 ... 10.5 t/ha. In case of applying considerable amount of fertilizers, especially cattle manure, proceeding crops insufficiently influenced grain yield formation. For example, TM Pioneer corn hybrid yield after winter wheat made 9.83 t/ha on the average, and after sunflower – 10.2 t/ha, the difference was only 3.7 %. The lowest yield was obtained in case of sowing corn after the same crop on grain and silage – 9.3 and 9.57 t/ha, respectively. The lowest yield was observed at corn repeated sowing, which confirmed generalized previous experiments. It was established that under intensive applying organic-mineral fertilizers corn hybrids realized their genetic potential irrespective of cultivation year. Applying nitrogen fertilizers' rate in the amount of 150 kg/ha turned out to be the most effective not depending on the conditions of cultivation year. Pre-sowing seed treatment with a mixture of treaters and humic stimulating substances is the effective method of corn yield management. It enables considerably to form better root and above-ground parts and control plantlets' affection by diseases. Under unstable moistening, the highest yield was achieved at sowing rate of 80 ... 85 thousand seeds per hectare. However it is expedient to substantiate sowing rates economically. 10 km/h is the optimal speed of implement movement for corn sowing. Decreasing or increasing this parameter led to yield decrease, which is explained by irregular seed distribution in the soil. It is necessary to determine the speed depending on the implement technical characteristics and soil condition at the moment of sowing.

Key words: yield, corn, fertilization, sowing rate, speed of sowing.

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ВРОЖАЙНІСТЮ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ НЕСТІЙКОГО ЗВОЛОЖЕННЯ

М. М. Маренич, В. О. Капленко, К. В. Коба, О. Р. Голуб,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У трирічному виробничому експерименті досліджувалися особливості формування врожайності кукурудзи: аналіз урожайності в сівозміні; вплив передпосівної обробки насіння; вплив системи удобрення, густоти сівби та швидкості руху посівного агрегату на врожайність. Встановлено, що застосування органічних добрив у вигляді гною великої рогатої худоби в кількості 50 т/га компенсує

негативний вплив небажаного попередника, наприклад, соняшнику, під який ця норма вноситься. Урожайність кукурудзи в такому разі була найбільшою і становила 9,7 ... 11,1 т/га, показники врожайності після пшениці становили 9,4 ... 10,5 т/га. В умовах використання великої кількості добрив, особливо застосування гною великої рогатої худоби, попередники неістотно впливають на формування врожайності зерна. Зокрема врожайність гібридів кукурудзи ТМ Pioneer після пшениці озимої становила в середньому 9,83 т/га, а після соняшнику – 10,2 т/га, що має різницю лише 3,7 %. Найменшу врожайність отримано в разі розміщення кукурудзи після посівів цієї ж культури на зерно та силос – відповідно 9,3 та 9,57 т/га. Найменша врожайність спостерігалася в повторних посівах кукурудзи, що підтверджують узагальнені попередні дослідження. Встановлено, що за умови інтенсивного забезпечення посівів органо-мінеральними добривами гібриди кукурудзи реалізують свій генетичний потенціал незалежно від умов року вирощування. Використання норми азотних добрив у кількості 150 кг/га виявилось найефективнішим незалежно від умов року вирощування. Ефективним прийомом управління врожайністю кукурудзи є передпосівна обробка насіння сумішшю протруйників і гумінових стимуляторів, що сприяє кращому формуванню кореневої та надземної частини й дає змогу більшою мірою контролювати ураження проростків хворобами. В умовах нестійкого зволоження найбільша врожайність досягнута за норм висіву 80 ... 85 тис. насінин на 1 га, проте норми висіву доцільно обґрунтовувати економічно. Оптимальною швидкістю руху агрегату для сівби кукурудзи є 10 км/год. Зменшення чи збільшення цього параметру призводило до зменшення врожайності, що пояснюється нерівномірним розподілом насіння та неоднаковою глибиною його розміщення у ґрунті. Швидкість руху необхідно встановлювати залежно від технічних характеристик агрегату та стану ґрунту на момент сівби.

Ключові слова: урожайність, кукурудза, удобрення, норми висіву, швидкість сівби.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ УРОЖАЙНОСТЬЮ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ

Н. Н. Маренич, В. О. Капленко, К. В. Коба, А. Р. Голуб,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В трехлетнем производственном эксперименте исследовались особенности формирования урожайности кукурузы: анализ урожайности в севообороте; влияние предпосевной обработки семян, влияние системы удобрения, густоты посева и скорости движения посевного агрегата на урожайность. Установлено, что применение органических удобрений в виде навоза крупного рогатого скота в количестве 50 т/га компенсирует негативное влияние нежелательного предшественника, например, подсолнечника, под который эта норма вносится. Урожайность кукурузы в таком случае была самой большой и составила 9,7 ... 11,1 т/га, показатели урожайности после пшеницы составляли 9,4 ... 10,5 т/га. В условиях использования значительного количества удобрений, особенно применения навоза крупного рогатого скота, предшественники несут существенное влияние на формирование урожайности зерна. Так, в частности урожайность гибридов кукурузы ТМ Pioneer после пшеницы озимой составляла в среднем 9,83 т/га, а после подсолнечника – 10,2 т/га, что представляет разницу только 3,7 %. Наименьшая урожайность получена при размещении кукурузы после посевов этой же культуры на зерно и силос – соответственно 9,3 и 9,57 т/га. Наименьшая урожайность наблюдалась в повторных посевах кукурузы, что подтверждают предварительные исследования. Установлено, что при интенсивном обеспечении посевов органоминеральными удобрениями гибриды кукурузы реализуют свой генетический потенциал независимо от условий года выращивания. Использование нормы азотных удобрений в количестве 150 кг/га оказалось эффективным независимо от условий года выращивания. Эффективным приемом управления урожайностью кукурузы является предпосевная обработка семян смесью протравителей и гуминовых стимуляторов, что способствует лучшему формированию корневой и надземной части и позволяет в значительной степени контролировать поражения проростков болезнями. В условиях неустойчивого увлажнения наибольшая урожайность достигнута при норме высева 80 ... 85 тыс. семян на 1 га, однако нормы высева целесообразно обосновывать экономически. Оптимальной скоростью движения агрегата для посева кукурузы является 10 км/ч. Уменьшение или увеличение этого параметра приводило к уменьшению урожайности, что объясняется неравномерным распределением семян и неодинаковой глубиной его

размещения в почве. Скорость движения необходимо устанавливать в зависимости от технических характеристик агрегата и состояния почвы на момент сева.

Ключевые слова: урожайность, кукуруза, удобрения, нормы высева, скорость сева.

Вступ

Однією з важливих проблем виробництва площі в Україні є дуже велика насиченість площ кукурудзою, що може призвести до втрати родючості ґрунтів, що насамперед може позначитися на вмісту органічної речовини та зменшенні врожайності. Тому сучасні методи управління врожайності визначають декілька аспектів удосконалення сівозмін, систем удобрення, передпосівної обробки насіння, способів обробітку ґрунту, режимів сівби тощо.

Найефективнішим засобом управління врожайністю кукурудзи є застосування добрив. Використання органічних добрив забезпечує збільшення органічного вуглецю, сприяє поліпшенню гідрологічних властивостей ґрунту (утримання й інфільтрація), а також сприяє зменшенню концентрації важких металів, що загалом забезпечує поліпшення фізичних властивостей ґрунту [13, 14]. Використання птишиного гною, вермикомпосту сприяє також зростанню врожайності [18, 20]. Результати досліджень китайських учених свідчать, що в умовах, коли сума щорічних опадів ≤ 400 мм, додавання соломки сприяє збільшенню врожайності на 18,6 %, за середньої температури $> 12^\circ\text{C}$ – 15,4 % [21]. Коефіцієнт зміни врожаю кукурудзи був вищим при тривалості експерименту на 2–3 роки (13,3 %), ніж у ≥ 4 років (8,52 %). Застосування коров'ячого гною до 25 ... 50 т/га забезпечує стійке зростання врожайності на 27 ... 38 % [13]. Використання комплексних мінеральних добрив, диференційоване їх внесення за допомогою сучасних автоматизованих систем сприяє збільшенню ефективності системи живлення загалом [17, 19].

Технології застосування добрив мають ще багато не досліджених нюансів, серед яких першочергове значення сумісність добрив, гуматів і мікродобрив і реакція ґрунтового розчину [3, 7, 12].

В Україні сівозміни останнім часом стали вагомим фактором, оскільки вони значно видозмінилися або їхнє дотримання не завжди оптимальне. Проте враховувати враховувати, що врожайність беззмінних посівів кукурудзи може бути меншою порівняно із сівозміною на 10 ... 14 %, а наявність у сівозміні багаторічних трав дає змогу суттєво збільшити кількість азоту у ґрунті і сприяє збільшенню врожайності [5]. Тим паче, що поєднання органічних залишків може оптимізувати боротьбу з бур'янами [18].

За певних умов спосіб обробітку ґрунту не впливає на врожайність зерна кукурудзи, що загалом є природньо, оскільки інші технологічні фактори відіграють набагато більшу роль і мають більш вагомий вплив на формування врожайності. Проте є дані про незаперечні переваги технологій нульового обробітку в умовах недостатнього зволоження над традиційними способами обробітку ґрунту [9]. Водночас традиційний обробіток ґрунту забезпечує приріст урожайності 18 % порівняно з нульовою технологією [11].

Застосування стимуляторів росту також стало важливим компонентом управління врожайністю. Інокуляція насіння кукурудзи чи внесення у ґрунт азотфіксуючих бактерій *Azospirillum brasilense* призвело до збільшення концентрації азоту в листках рослин та концентрацію хлорофілу й може істотно зменшити необхідність використання азотних добрив [2], збільшити врожайність кукурудзи на 24...30 % чи залежно від умов проведення досліджень на 4...7 ц/га [6, 12]. Комплекс органічних, мінеральних добрив, хімічних меліорантів та гумінових речовин може збільшити врожайність зерна до 15 % [3], хоча можуть призвести й до негативних наслідків для проростання [15].

Протруєння насіння позитивно впливає на контроль хвороб кукурудзи, зокрема таких як *Fusarium verticillioides* та *Fusarium graminearum* [4]. При цьому необхідно враховувати умови, у яких будуть вирощуватися рослини, оскільки препарати мають свої температурні оптимуми [10]. Використання для інокуляції насіння торфових препаратів має той недолік, що сама сировина є непоновлюваним ресурсом, тому використовувати доцільніше продукти переробки деревини чи виготовлення деревного вугілля. В цьому разі проростки мають масу й розміри на 4 ... 26 % більшу від контрольного варіанту [8].

Вплив гумінових речовин досліджено недостатньо й зовсім не так однозначно, як про це йдеться в певних публікаціях чи рекомендаціях дистриб'юторів. Незважаючи на загальну стимулюючу дію в біологічних і морфологічних показниках, впливу на врожайність може й не бути [15, 16].

Метою цього дослідження було визначення впливу системи удобрення, режимів сівби та передпосівної обробки насіння на врожайність кукурудзи в умовах нестійкого зволоження.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження тривали протягом 2017–2019 рр. у виробничих умовах СТОВ «Воскобійники» Шишацького району Полтавської області, що відноситься до зони Лівобережного Лісостепу України й за умовами характеризується як зона нестійкого зволоження.

Площа дослідної ділянки – 0,98 га. Повторність досліду – триразова. Розміщення варіантів у досліді – рандомізоване [1]. VSR – це змінна норма висіву залежно від карти поля, вона коливається від 75 до 90 тис./га. У досліді 1 вивчали вплив генетичних властивостей на врожайність кукурудзи, в досліді 2 – вплив передпосівної обробки насіння на біометричні показники розвитку, в досліді 3 визначали вплив норм висіву, удобрення та швидкості руху агрегату на врожайність кукурудзи.

Результати досліджень та їх обговорення

У господарстві СТОВ «Воскобійники» кукурудзу розміщують по таких попередниках, як пшениця озима, соняшник, кукурудза на зерно та кукурудза на силос. Багатогалузевість господарства, наявність значного поголів'я худоби дає змогу ефективно використовувати велику кількість органічних добрив. Аналізуючи урожайність кукурудзи в господарстві можна зробити висновок, що кращим варіантом є розміщення посівів культури після соняшнику, під який вноситься 50 т/га гною (табл. 1).

1. Урожайність кукурудзи за період з 2017 по 2019 рік залежно від попередника

Гібрид	ФАО	Попередник	Урожайність, т/га
P9911	440	Пшениця озима	10,3
		Соняшник	11,1
		Кукурудза на зерно	9,9
		Кукурудза на силос	10,1
P9074	330	Пшениця озима	10,0
		Соняшник	10,1
		Кукурудза на зерно	9,4
		Кукурудза на силос	9,8
P9175	330	Пшениця озима	9,5
		Соняшник	9,7
		Кукурудза на зерно	9,1
		Кукурудза на силос	9,2
DKC 5007	440	Пшениця озима	10,1
		Соняшник	10,5
		Кукурудза на зерно	9,4
		Кукурудза на силос	9,9
DKC3939	320	Пшениця озима	9,4
		Соняшник	9,6
		Кукурудза на зерно	8,9
		Кукурудза на силос	9,1
DKC4014	310	Пшениця озима	9,7
		Соняшник	9,9
		Кукурудза на зерно	9,1
		Кукурудза на силос	9,3

Загалом потрібно зазначити, що в умовах використання значної кількості добрив, особливо застосування гною великої рогатої худоби, попередники неістотно впливають на формування врожайності зерна. Зокрема врожайність гібридів кукурудзи ТМ Pioneer після пшениці озимої становила в середньому 9,83 т/га, а після соняшнику – 10,2 т/га, що має різницю лише 3,7 %. Найменшу врожайність отримано в разі розміщення кукурудзи після посівів цієї ж культури на зерно та силос – відповідно 9,3 та 9,57 т/га. Це доводить той факт, що кукурудза позитивно реагує на післядію гною у другий рік після його внесення.

Така досить інтенсивна технологія удобрення, якісне виконання технологічних операцій дає змогу реалізувати генетичний потенціал гібридам фактично повністю і незалежно від умов вирощування.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Статистично істотної різниці між ними не виявлено за винятком значно меншої врожайності гібридів Limagrain, KWS та Садів України (табл. 2).

2. Урожайність кукурудзи залежно від походження гібридів та років вирощування

Гібрид, ТМ		Урожайність, т/га		
		2017	2018	2019
Pioneer	P9911	9,8	11,5	10,2
	P9074	9,3	11,4	10,5
	P9175	9,9	9,8	10,1
	P9578	8,5	9,2	8,7
	P0216	10,7	11,7	9,8
	P9241	10,1	10,5	11,2
	P9578	9,9	10,5	10,5
<i>Середнє</i>		9,74	10,66	10,14
Monsanto	DKC5007	10,2	11,4	10,3
	DKC4014	9,8	10,9	9,9
	DKC3939	7,8	9,5	8,9
	DKC3705	10,2	13,2	9,8
	DKC4717	9,7	12,1	9,9
<i>Середнє</i>		9,54	11,42	9,76
Limagrain	LG3395	8,2	9	8,5
KWS	KWS 381	8,3	9,1	8,5
	KWS 2370	7,8	10,2	8,9
<i>Середнє</i>		8,05	9,65	9,8
Сади України	HC4015	8,5	9,5	9,35
Середнє за роками		9,22	10,53	9,67

Як приклад, 2017 і 2019 роки можна вважати не надто сприятливими для рослинництва загалом, оскільки характеризувалися нерівномірним розподілом опадів та високими температурами. Проте в умовах господарства врожайність у досліді становила не менше 9,22 т/га.

Вагомим фактором збільшення продуктивного потенціалу кукурудзи може стати передпосівна обробка насіння, що особливо важливо для цієї культури. Як свідчить аналіз теоретичного матеріалу й результати лабораторних досліджень, сучасні протруйники є досить ефективними для поліпшення посівних якостей насіння та біометричних показників розвитку проростків, але додавання в цей процес стимуляторів росту значно поліпшує динаміку. Насамперед суттєво зменшується кількість рослин, уражених хворобами, хоча препарати потрібно добирати дуже ретельно. Наприклад, Редіго М 120 FS у наших дослідженнях контролював ураженість хворобами навіть менше, ніж стимулятор росту 1R Seed treatment, який теж характеризується здатністю захисту від хвороб (табл. 3)

3. Вплив передпосівної обробки на показники проростків

	Середня довжина стебла, см	Середня довжина корінців, см	Кількість уражених рослин, шт./кг
Контроль	6,9	3,8	36,0
1R Seed treatment	15,8	8,4	7,4
Максим XL 035 FS	9,0	8,4	0,0
Вітавакс 200 ФФ	12,0	8,7	0,0
Редіго М 120 FS	7,8	5,6	18,1
Максим XL 035 FS +1R Seed treatment	14,5	8,6	0,0
Вітавакс 200 ФФ+1R Seed treatment	14,6	8,4	0,0
Редіго М 120 FS+1R Seed treatment	8,1	5,6	16,4
<i>HIP₀₅</i>	0,36	0,37	1,37

У разі використання стимулятора 1R Seed treatment як компонента для сумішей передпосівної обробки дещо збільшуються показники енергії проростання й лабораторної схожості, але особливу ува-

гу привертає динаміка розвитку довжини корінця й стебла проростків та їхня кількість, уражених хворобами. Порівняно з контрольним варіантом обробка насіння стимулятором чи використання його в сумішах призвели до збільшення середньої довжини стебла проростків на 1,2 ... 8,9 см, що в деяких варіантах перевищувало показники контролю більш ніж удвічі. Майже така ж закономірність спостерігалася й стосовно розвитку кореневої системи. Варто зазначити, що використання протруйника Редіго М 120 FS дало найнижчі результати серед усіх досліджуваних варіантів передпосівної обробки насіння.

У процесі вирощування кукурудзи для досліджень були обрані такі фактори як удобрення, норма висіву насіння та швидкість руху агрегату. Останній фактор має важливий організаційний аспект, оскільки дає змогу істотно оптимізувати строки сівби, що надалі полегшить планування інших технологічних операцій у господарстві та відіграє особливо важливу роль у разі весняного дефіциту вологи.

Найбільша врожайність у досліді була отримана на варіантах з унесенням 150 ... 200 кг азоту на гектар (рис.). Таким чином спостерігалася закономірність прямої залежності врожайності від норми внесення добрив у цьому досліді ($r = 0,96$), хоча зі збільшенням норм добрив більше 150 кг/га відмічене зменшення врожайності. Отже, подальше збільшення норм мінеральних добрив у зоні нестійкого зволоження може виявитися неефективним. Результати дисперсійного аналізу також підтверджують такі закономірності ($НІР_{05} = 1,4$ т/га).

Норми висіву насіння відіграють також важливу роль у формуванні врожайності. В цьому досліді найбільша врожайність спостерігалася норма 80 ... 85 тис./га, де вона перевищувала 10 т/га, подальше збільшення норми висіву спричинило зниження рівня врожайності ($НІР_{05} = 0,25$ т/га). Потрібно відмітити, що в цьому разі необхідно аналізувати економічний бік виробництва через імовірну високу вартість посівного матеріалу.

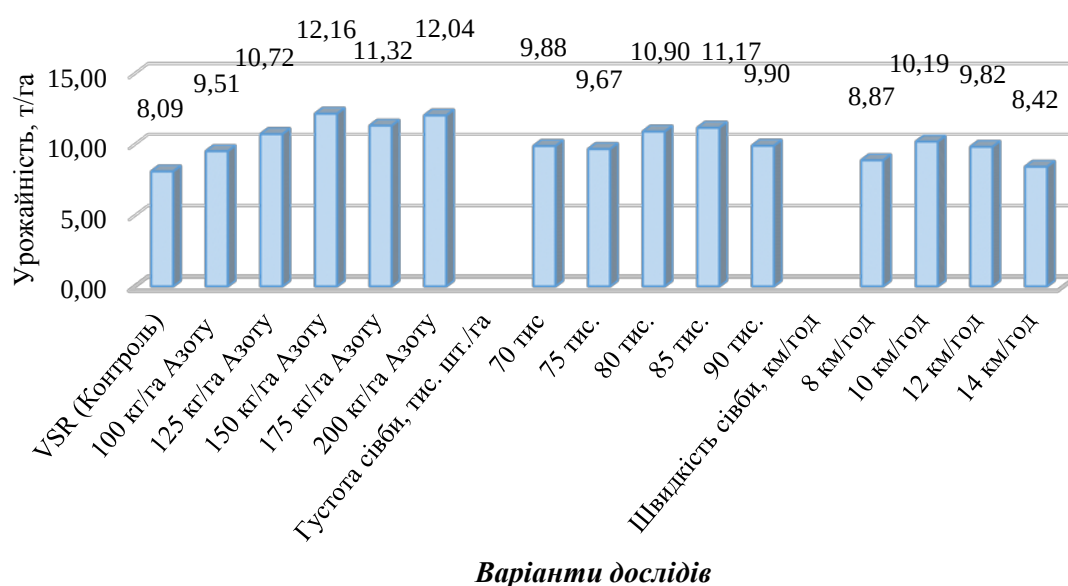


Рис. Вплив елементів технології на врожайність кукурудзи

Оптимальною швидкістю руху агрегату для сівби кукурудзи є 10 км/год. Зменшення чи збільшення цього параметру призводило до зменшення врожайності, що пояснюється нерівномірним розподілом насіння та неоднаковою глибиною його розміщення у ґрунті. Швидкість руху необхідно встановлювати залежно від технічних характеристик агрегату та стану ґрунту на момент сівби.

Висновки

Застосування органо-мінерального удобрення посівів кукурудзи дає змогу реалізувати генетичний потенціал гібридів і зменшити залежність формування врожайності від агроєкологічних чинників. Використання 50 т/га гною здатне повністю виключити вплив несприятливого попередника для отримання врожайності кукурудзи понад 10 т/га. Істотним фактором збільшення врожайності є застосування гумінових стимуляторів для передпосівної обробки насіння, що дає змогу більшою мірою

контролювати поширення хвороб та активізувати процеси росту й розвитку рослин. Ефективними прийомами управління врожайністю є застосування азотних добрив у кількості 150 кг/га д. р., ретельне визначення норм висіву насіння з урахуванням генетичних особливостей гібридів та вибір оптимальної швидкості руху агрегату під час сівби.

References

1. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii*. Kyiv: Diia [In Ukrainian].
2. Alvarez, R. D.F., Benetao, J., Barzotto, G. R., Andrade, M. G. D., & de Lima, S. F. (2019). Application methods of *Azospirillum brasilense* in first- and second-crop corn. *Revista Brasileira De Engenharia Agricola E Ambiental*, 23 (11), 840–846. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v23n11p840-846.
3. Baldotto, M. A., de Melo, R. O., & Baldotto, L. E. B. (2019). Field corn yield in response to humic acids application in the absence or presence of liming and mineral fertilization. *Semina-Ciencias Agrarias*, 40 (6), 3299–3304. doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3299.
4. Borin, R. C., Possen, J. C., Rey, M. D., Bernardi, C., & Mazaro, S. M. (2017). Phosphites associated to fungicides for diseases control and sanity in corn seeds. *Applied Research & Agrotechnology*, 10 (1), 83–92. doi:10.5935/PAeT.V10.N1.09.
5. Coombs, C., Lauzon, J. D., Deen, B., & Van Eerd, L. L. (2016). Legume cover crop management on nitrogen dynamics and yield in grain corn systems. *Field Crops Research*, 201, 75–85. doi: 10.1016/j.fcr.2016.11.001.
6. Galeano, R. M. S., Campelo, A. P. D., Mackert, A., & Brasil, M. D. (2019). Initial development and quantification of corn proteins inoculated with new strains of *Azospirillum brasilense*. *Revista de Agricultura Neotropical*, 6 (2), 95–99.
7. Garcia, P. L., Sermarini, R. A., & Trivelin, P. C. O. (2019). Effect of nitrogen rates applying controlled-release and conventional urea blend in maize. *Journal of Plant Nutrition*, 42 (18), 2199–2208. doi: 10.1080/01904167.2019.1658778.
8. Glodowska, M., Husk, B., Schwinghamer, T., & Smith, D. (2016). Biochar is a growth-promoting alternative to peat moss for the inoculation of corn with a pseudomonad. *Agronomy for Sustainable Development*, 36 (1), 21. doi: 10.1007/s13593-016-0356-z.
9. Houx, J. H., Wiebold, W. J., & Fritsch, F. B. (2016). Long term tillage treatment effects on corn grain nutrient composition and yield. *Field Crops Research*, 191, 33–40. doi: 10.1016/j.fcr.2016.04.002.
10. Lenssen, A. W., Sainju, U. M., Allen, B. L., Jabro, J. D., & Stevens, W. B. (2018). Dryland corn production and water use affected by tillage and crop management intensity. *Agronomy Journal*, 110, (6), 2439–2446. doi: 10.2134/agronj2018.04.0267.
11. Mourtzinis, S., Marburger, D., Gaska, J., Diallo, T., Lauer, J. & Conley, S. (2017). Corn and soybean yield response to tillage, rotation, and nematicide seed treatment. *Crop Science*, 57 (3), 1704–1712. doi: 10.2135/cropsci2016.09.0792.
12. Muller, T. M., Sandini, I. E., Rodrigues, J. D., Novakowski, J. H., Basi, S., & Kaminski, T. H. (2016). Combination of inoculation methods of *Azospirillum brasilense* with broadcasting of nitrogen fertilizer increases corn yield. *Ciencia Rural*, 46 (2), 210–215. doi: 10.1590/0103-8478cr20131283.
13. Naderi, R., Edalat, M., & Kazemeini, S. A. (2015). Short-term responses of soil nutrients and corn yield to tillage and organic amendment. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62 (4), 570–579. doi: 10.1080/03650340.2015.1066929.
14. Ozlu, E., Kumar, S., & Arriaga, F. J. (2019). Responses of long-term cattle manure on soil physical and hydraulic properties under a corn-soybean rotation at two locations in Eastern South Dakota. *Soil Science Society of America Journal*, 83 (5), 1459–1467. doi: 10.2136/sssaj2019.03.0077.
15. Pinos, N. Q., Berbara, R. L. L., Tavares, O. C. H., & Garcia, A. C. (2019). Different structures in humic substances lead to impaired germination but increased protection against saline stress in corn. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. doi: 10.1080/00103624.2019.1659294.
16. Rodrigues, L. A., Alves, C. Z., Rego, C. H. Q., Da Silva, T. R. B., & Da Silva, J. B. (2019). Humic acid on germination and vigor of corn seeds. *Revista Caatinga*, 30 (1), 149–154. doi: 10.1590/1983-21252017v30n116rc.

-
17. Sanchez, M. G. B., Yzquierdo, G. A. R., & Escobar, M. G. A. (2019). Effect of nitrogen-sulfur fertilization on yield and quality of three corn genotypes differing in endosperm texture. *Revista Corpoica-Ciencia Tecnologia Agropecuaria*, 20 (3), 565–577. doi: 10.21930 / rcta.vol20_num3_art 1591.
18. Silva, P. S. L. E., Sil, P. I. B. E., de Oliveira, V. R., de Oliveira, F. H. T., & Da Costa, L. R. (2017). Vermicompost application improving semiarid-grown corn green ear and grain yields. *Revista Caatinga*, 30 (3), 551–558. doi: 10.1590/1983-21252017v30n302rc.
19. Thompson, L. J., Ferguso, R. B., Kitchen, N., Frazen, D. W., Mamo, M., Yang, H., & Schepers, J. S. (2015). Model and sensor-based recommendation approaches for in-season nitrogen management in corn. *Agronomy Journal*, 107 (6), 2020–2030. doi: 10.2134/agronj15.0116.
20. Woodruff, L. K., Habteselassie, M. Y., Norton, J. M., Boyhan, G. E., & Cabrera, M. L. (2019). Yield and nutrient dynamics in conventional and organic sweet corn production systems. *Agronomy Journal*, 111 (5), 2395–2403. doi: 10.2134/agronj2018.09.0625.
21. Zhao, B., Wang, X. L., Ata-Ul-Karim, S. T., Liu, Z. D., & Duan, A. W. (2019). Effect of straw incorporation on corn yield in North China: a meta-analysis. *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, 13 (4), 532–536. doi: 10.1166/jbmb.2019.1872.

Стаття надійшла до редакції 26.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Маренич М. М., Капленко В. О., Коба К. В., Голуб О. Р. Особливості управління врожайністю кукурудзи в умовах нестійкого зволоження. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 43–50.

© Маренич Микола Миколайович, Капленко Владислав Олегович,
Коба Крістіна Віталіївна, Голуб Олександр Романович, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>



original article | UDC: 633.35:631.53.048 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.06

INFLUENCE OF PEA SOWING RATES ON STRUCTURAL ELEMENTS AND GRAIN YIELDS

V. V. Lykhochvor,

ORCID ID: [0000-0003-0377-6157](https://orcid.org/0000-0003-0377-6157), E-mail: LYKHOCHVOR@ukr.net,

M. O. Andrushko,

ORCID ID: [0000-0002-4099-7605](https://orcid.org/0000-0002-4099-7605), E-mail: andrushko.mykola@eridon.ua,

Lviv National Agrarian University, 1, Volodymyra Velykoho str., Dubliany, Zhovkva district, Lviv region, 80381, Ukraine

High yields of pea grain can be obtained by growing it using intensive technology with applying calculated rates of mineral fertilizers and integral application of plant protection means. It is also important to optimize the sowing rates of pea seeds in certain soil-climatic conditions. The aim of the study was to determine the effect of six sowing rates (0.9; 1.0; 1.1; 1.2; 1.3; 1.4 million/ha) on the indices of yield structure and grain productivity of Madonna pea variety. During the research the following methods were used: field, quantitative, method of test sheaf, weight, statistical. The results of the conducted studies have shown that changing the density of agro-phytocenosis affects the pea yield, which is explained by the formation of different indicators of the crop structure. It was found that increasing the sowing rate from 0.9 million/ha to 1.4 million/ha led to the increase of plant density before harvesting from 70 pcs/m² to 90 pcs/m², or by 20 pcs/m². However, this did not ensure the expected yield increase, since the individual productivity of the pea plants decreased in the densely sown areas. It was revealed that sowing rates significantly affected the structure of pea yield. As the seed sowing rate increased from 0.9 million/ha to 1.4 million/ha, the number of pods per plant decreased from 4.8 to 4.5 pcs, the number of grains in a pod – from 6.9 to 6.1 pcs, and the number of grains per plant – from 33 to 27.6 pcs. The main element of productivity, grain weight per plant decreased in densely sown areas from 9.60 g in the variant with the sowing rate of 0.9 million/ha to 7.05 g at sowing rate of 1.4 million/ha, i.e. by 2.55 g. Increasing the sowing rate was also accompanied by decreasing the weight of 1000 grains, from 291.0 g to 255.8 g, respectively. The optimal sowing rate of Madonna pea variety under sufficient and excessive moistening (in 2017 the rainfall was 761 mm, in 2018 – 818 mm, and in 2019 – 803 mm) of the Western Forest-Steppe of Ukraine is 1.0 and 1.1 million/ha. The grain yield in these variants was the highest, amounting to 6.52 t/ha and 6.55 t/ha. Such level of yield was obtained as a result of the rational combination of plant density before harvesting (77 and 82 pcs/m²) and the increase of grain weight per plant to 8.96 g and 8.51 g. The increase and decrease of sowing rate over 1.0 and 1.1 million / ha causes yield decreasing.

Key words: pea, sowing rates, structural elements, yield.

ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ ГОРОХУ НА ЕЛЕМЕНТИ СТРУКТУРИ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА

В. В. Лихочвор, М. О. Андрушко,

Львівський національний аграрний університет, м. Дубляни, Україна

Високу врожайність зерна гороху можна одержати при вирощуванні його за інтенсивною технологією з внесенням розрахункових норм мінеральних добрив та інтегральним застосуванням засобів захисту рослин. Актуальним є також оптимізація норм висіву насіння гороху в певних ґрунтово-кліматичних умовах. Метою досліджень було встановити вплив шести норм висіву (0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4 млн/га) на показники структури врожаю та зернову продуктивність гороху сорту Мадонна. У

процесі досліджень використано такі методи: польовий, кількісний, метод пробного снопа, ваговий, статистичний. Результати проведених досліджень показали, що зміна густоти агрофітоценозу впливає на врожайність гороху, що пояснюється формуванням різних показників структури врожаю. Встановлено, що підвищення норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га призвело до збільшення густоти рослин перед збиранням з 70 шт./м² до 90 шт./м², або на 20 шт./м². Проте це не забезпечило очікуваного збільшення врожайності, оскільки в загущених посівах зменшилась індивідуальна продуктивність рослин гороху. Виявлено, що норми висіву мали істотний вплив на показники структури врожаю гороху. При зростанні норми висіву насіння з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га кількість бобів на рослині зменшилась з 4,8 до 4,5 шт., кількість зерен у бобі з 6,9 до 6,1 шт., кількість зерен з рослини з 33 до 27,6 шт. Основний елемент продуктивності, маса зерна з рослини знизилась при загущенні посівів з 9,60 г на варіанті з висівом 0,9 млн/га до 7,05 г за висіву 1,4 млн/га, тобто на 2,55 г. Збільшення норми висіву супроводжувалося також зниженням маси 1000 зерен, відповідно з 291,0 г до 255,8 г. Оптимальною нормою висіву гороху сорту Мадонна в умовах достатнього й надмірного зволоження (сума опадів 2017 р. була 761 мм, 2018 р. – 818 мм, 2019 р. – 803 мм) західного Лісостепу України є 1,0 та 1,1 млн/га. На цих варіантах урожайність зерна була найвищою і становила 6,52 т/га та 6,55 т/га. Такий рівень урожайності одержано внаслідок раціонального поєднання густоти рослин перед збиранням (77 та 82 шт./м²) та підвищення показника маси зерна з однієї рослини до 8,96 г та 8,51 г. Збільшення і зменшення норми висіву понад 1,0 і 1,1 млн/га спричинює зниження врожайності.

Ключові слова: горох, норми висіву, елементи структури, врожайність.

ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА ГОРОХА НА ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА

В. В. Лыхочвор, М. О. Андрушко,

Львовский национальный аграрный университет, г. Дубляны, Украина

Повышение нормы высева гороха сорта Мадонна с 0,9 млн/га до 1,4 млн/га привело к увеличению густоты растений перед уборкой с 70 шт./м² до 90 шт./м², или на 20 шт./м². Количество бобов на растении, соответственно уменьшилось с 4,8 до 4,5 шт., количество зерен в бобе с 6,9 до 6,1 шт., количество зерен из растения с 33 до 27,6 шт. Масса зерна с растения снизилась при загущении посевов с 9,60 г на варианте с высевом 0,9 млн/га до 7,05 г при высеве 1,4 млн/га, или на 2,55 г. Увеличение нормы высева сопровождалось также снижением массы 1000 зерен соответственно с 291,0 г до 255,8 г. Оптимальной нормой высева гороха сорта Мадонна в условиях достаточного увлажнения западной Лесостепи Украины является 1,0 и 1,1 млн/га. На этих вариантах урожайность зерна была высокой и составляла 6,52 т/га и 6,55 т/га. Такой уровень урожайности получен в результате рационального сочетания густоты растений перед уборкой (77 и 82 шт./м²) и повышения показателя массы зерна с одного растения к 8,96 г и 8,51 г.

Ключевые слова: горох, нормы высева, элементы структуры, урожайность.

Вступ

Високий потенціал урожайності сучасних сортів гороху може бути максимально реалізований при вирощуванні їх за технологіями, які передбачають комплексне застосування факторів інтенсифікації [11, 18, 23].

Впровадження нових сортів гороху вусатого типу потребує експериментальних досліджень з метою оптимізації норми висіву з урахуванням умов зони вирощування. Для нормального росту і розвитку рослин потрібна відповідна площа живлення, за якої вони будуть мати достатньо поживних речовин, води і сонячної енергії для створення необхідної вегетативної маси й формування зерна [20, 22]. Шляхом збільшення чи зменшення площі живлення можна підвищити ефективність мінеральних добрив [1, 8]. Продуктивність гороху найвища за оптимальної норми висіву, величина якої залежить від кліматичних умов, родючості ґрунту, попередника, удобрення, сорту, строків і способів сівби, якості насіння тощо [19].

На думку П. І. Грищука [4], науковці та виробничники й донині не мають єдиної думки щодо встановлення оптимальної норми висіву для польового ценозу гороху посівного. Велика кількість

повідомлень має значну давнину, виконана за різних регіональних умов, а комплексні дослідження з вивчення впливу норм висіву, способу сівби та погодних умов на формування врожаю зерна гороху в багатьох підзонах майже не проводилися.

Дослідники вказують на актуальність встановлення оптимальної норми висіву сортів гороху для певних ґрунтово-кліматичних умов [3, 15]. Норма висіву повинна забезпечити оптимальну густоту посіву. Її встановлюють залежно від біологічних особливостей сорту і ґрунтово-кліматичної зони вирощування [13]. Вона коливається від 0,8 до 1,4 млн схожих насінин на гектар [5, 14]. У посушливих умовах висівають насіння менше, ніж у зоні достатнього зволоження більше [21].

Правильно вибрана норма висіву забезпечує високу адаптивну здатність, що дає змогу відновлювати до оптимального рівня процеси метаболізму післядії стресового фактору, що особливо важливо у зв'язку зі змінами і нестабільністю клімату. До основних властивостей, що визначають рівень адаптивності гороху відносяться високий збиральний індекс, тип росту стебла, дружне досягання, стійкість проти хвороб, стійкість до осипання, висока потенціальна врожайність [9, 16].

Оптимальна густота рослин і забезпечення елементами живлення є найважливішими умовами, від яких залежить продуктивність посівів. Тому важливо вивчити, як саме різні норми висіву впливають на густоту та продуктивність рослин, а також на процеси формування елементів структури врожайності. Оптимальна густота рослин перед збиранням є критерієм правильності встановлення норми висіву під час сівби, що визначається шляхом проведення відповідних польових дослідів. За різних ґрунтово-кліматичних умов норма висіву може значно впливати на реалізацію потенціалу врожайності гороху [2]. Потрібно враховувати, що в різних зонах оптимальна густота рослин може коливатися в широких межах і не залишається постійною впродовж вегетації.

Мета досліджень: виявити особливості росту, розвитку та формування елементів продуктивності сортів гороху через оптимізацію норм висіву насіння при вирощуванні за інтенсивною технологією в умовах достатнього зволоження західного Лісостепу.

Завдання дослідження: вивчити вплив норм висіву на густоту рослин, елементи структури врожаю та рівень урожайності зерна гороху сорту Мадонна.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили впродовж 2017–2019 рр. на дослідному полі Львівського національного аграрного університету на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті. Вміст загального гумусу – за методом Тюріна в модифікації Нікітіна (ДСТУ 4289:2004) середній і становить 2,2–2,3 %. Реакція грантового розчину слабокисла, рН сольове – потенціометрично (ДСТУ ISO 10390:2007) 6,0–6,1. Легкогідролізований азот за методом Корнфілда (ДСТУ 7863:2015) становить 101–112 мг/кг ґрунту і за ступенем забезпечення відноситься до класу низьких. Рухомі сполуки фосфору за Чириковим (ДСТУ 4115:2002) 124–128 мг/кг ґрунту, обмінний калій за Чириковим (ДСТУ 4115:2002), 95–110 мг/кг ґрунту. Відповідно групуванню ґрунтів за вмістом рухомого фосфору та калію ці два елементи відносяться до підвищеного ступеня забезпеченості.

Польові досліді проводили відповідно до загальноприйнятої методики Б. А. Доспехова [7]. Загальна площа елементарної ділянки складала 60 м², облікова площа ділянок – 50 м², повторність досліду триразова, розміщення ділянок – систематизоване. Схему досліді наведено в таблиці 1.

Вирощували горох за інтенсивною технологією, яка передбачала дотримання усіх її елементів. Мінеральні добрива вносили за схемою: P₆₀K₆₀ + N₆₀ + Mg₂₀ + S₃₀ + Інтермаг бобові (2 л/га). Протруювали насіння протруйником Максим XL (флудиоксоніл, 25 г/л + металаксил-М, 10 г/л) з нормою 1,0 л/т та обробляли бактеріальним добривом Оптімайз Пульс. Для боротьби з дводольними та злаковими бур'янами у фазі 3-х трійчастих листків вносили гербіцид Пульсар 40 (імазамокс, 40 г/л) з нормою 1 л/га. Навесні для захисту від хвороб двічі посіви обприскували фунгіцидами: у фазі початку бутонізації вносили фунгіцид Фокс (трифлуксистробін, 150 г/л + протіоконазол, 175 г/л) у нормі 0,5 л/га, та у фазі цвітіння препарат Амістар Екстра (ципроконазол, 80 г/л + азоксистробін, 200 г/л) у нормі 0,5 л/га. Проти шкідників двічі використовували інсектициди: Фастак (альфа-циперметрин, 100 г/л) у фазі початку цвітіння з нормою 0,20 л/га та Енжіо (тіаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/га) у фазі цвітіння з нормою 0,18 л/га.

Для розв'язання поставлених завдань було проведено комплекс спостережень, обліків та аналізів. Визначення густоти рослин проводили за «Методикою державного сортовипробування сільськогос-

подарських культур (2001)». Облік структури врожаю проводили шляхом аналізу пробних снопів. Урожайність встановлювали шляхом обмолоту зерна у фазі повної стиглості методом суцільного обмолоту комбайном SAMP0-500.

Результати досліджень та їх обговорення

Густота рослин на одиниці площі є одним з найважливіших елементів структури врожаю. Під впливом норм висіву, незважаючи на зниження польової схожості на варіантах з вищою нормою висіву, густота рослин у фазі сходів була суттєво більшою за вищих норм висіву.

На варіанті з нормою висіву 0,9 млн/га вона становила в середньому за три роки 73 рослини/м² (табл. 1). Збільшення норми висіву до 1,0 млн/га призвело до зростання густоти рослин у фазі сходів на 9 шт./м². За умови висіву 1,1 млн/га густота зросла на 15 шт./м², а на варіанті з 1,2 млн/га – до 94 шт./м².

Найбільшою густота рослин гороху у фазі сходів, як і очікувалося, була за норми висіву 1,3 млн/га 99 шт./м² та за висіву 1,4 млн/га – 103 шт./м².

Густота рослин гороху перед збиранням теж збільшувалась на варіантах з вищою нормою висіву. Якщо при висіві 0,9 млн/га вона становила 70 шт./м², то за максимальної норми висіву зросла до 90 шт./м², або на 20 шт./м². Необхідно відмітити, що збільшення норми висіву на 0,1 млн/га означає збільшення на 10 рослин/м². Якщо на першому варіанті додаткових 10 насінин прибавили 7 рослин перед збиранням, то за висіву 1,4 млн/га – лише одну рослину. Тобто з висіяних 90 насінин на м² залишилося 70 рослин/м², а за висіву 140 н/м² – залишилося до збирання 90 рослин/м². Це пояснюється зниженням польової схожості та рівня виживання рослин за вищих норм висіву.

1. Густота рослин гороху сорту Мадонна у фазі сходів та перед збиранням залежно від норм висіву, шт./м²

Норма висіву, млн/га	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє	+/-	Приріст від 0,1 млн/га	
						сходи	перед збиранням
0,9	72/69	75/72	73/69	73/ 70	-	-	-
1,0	80/74	83/79	82/78	82/77	9/7	9	7
1,1	87/81	89/84	88/81	88/82	15/12	6	5
1,2	92/84	96/89	95/85	94/86	21/16	6	4
1,3	97/88	101/91	100/88	99/89	26/19	5	3
1,4	99/87	106/92	105/91	103/90	30/20	4	1
<i>Середнє за рік</i>	<i>88/80</i>	<i>92/84</i>	<i>90/82</i>				

Примітки: * чисельник – густота рослин у фазі сходів, знаменник – густота рослин перед збиранням.

Отже, зростання норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га призвело до збільшення густоти рослин у фазі сходів із 73 шт/м² до 103 шт/м², або на 30 шт/м², густота рослин перед збиранням зросла відповідно з 70 шт/м² до 90 шт/м², або на 20 шт/м².

Під впливом норм висіву змінювалися також інші елементи структури врожаю. Основні елементи структури врожаю, такі як кількість квіток, бобів і насінин, маса насіння тощо, прямо пов'язані з формуванням зернової продуктивності. На думку М. І. Кондратенка [12], важливо сформулювати оптимальні показники структури врожаю, оскільки між кількістю бобів на рослині, кількістю зерен на рослині, масою зерна з рослин та врожайністю існує пряма кореляційна залежність.

За даними Інституту землеробства НААН, кількість сформованих бобів мала значну варіабельність та виражала рівень продуктивності культури, в середньому цей показник знаходився в межах 6,4–7,8 шт. Найнижчий рівень формування бобів відмічається в сорту Чекбек [6].

Кількість бобів на рослині в наших дослідженнях зменшувалась на варіантах із більшою нормою висіву. За висіву 0,9 млн/га на рослині було 4,8 шт., при висіві 1,4 млн/га – знизилась до 4,5 бобу на рослину (табл. 2). Кількість зерен у бобі теж знизилась з 6,9 шт. за норми висіву 0,9 млн/га до 6,1 шт. при висіві 1,4 млн/га. Загущення посівів спричинило зменшення кількості зерен з рослини з 33,0 шт. на варіанті з нормою висіву 0,9 млн/га до 27,6 шт. за висіву 1,4 млн/га, тобто на 5,4 шт.

**2. Показники елементів структури врожаю гороху сорту Мадонна
залежно від норм висіву, (середнє за 2017–2019 рр.)**

Норма висіву, млн./га	Кількість бобів на 1 рослину, шт	Кількість зерен на 1 рослину, шт	Кількість зерен у бобі, шт	Маса 1000 зе- рен, г	Маса зерна з 1 рослини, г
0,9	4,8	33,0	6,9	291,0	9,60
1,0	4,8	32,0	6,7	280,0	8,96
1,1	4,8	31,2	6,5	272,8	8,51
1,2	4,6	29,0	6,3	266,5	7,73
1,3	4,5	28,0	6,2	260,8	7,30
1,4	4,5	27,6	6,1	255,8	7,05

За даними О. В. Ільєнка [10], кількість зерен у бобі за норми висіву 1,8 млн/га була найменшою і залежно від фону добрив становила 4,4–4,9 шт., а за норми висіву 1,2 млн/га – найбільшою – 6,3–6,9 шт.

Ще більше змінювались під впливом норми висіву маса зерна з рослини та маса 1000 зерен. Якщо на першому варіанті з мінімальною густотою рослин, маса зерна з рослини становила 9,60 г, то при загущенні посівів за норми висіву 1,4 млн/га вона знизилася до 7,05 г, або на 2,55 г. Урожайність гороху різко не знижувалася лише внаслідок зростання іншого важливого елементу структури врожаю – густоти рослин. Маса 1000 зерен теж закономірно знижувалася при загущенні посівів. За норми висіву 0,9 млн/га вона становила 291,0 г, а на варіанті з висівом 1,4 млн/га зменшилась до 255,8 г, або на 35,2 г. Найвищою біологічна урожайність (6,98 т/га) формувалась за оптимального поєднання показників густоти рослин і маси зерна з рослини на варіанті з нормою висіву 1,1 млн/га.

Подібні результати одержані і в інших дослідженнях. За збільшення норми висіву на 0,5 млн/га (з 1,0 до 1,5 млн/га) зменшувалась кількість бобів на рослині, кількість зерен з однієї рослини, маса 1000 зерен, проте норма висіву не впливала на кількість зерен у бобі [17].

Отже, норми висіву мали істотний вплив на показники структури врожаю гороху. При зростанні норми висіву насіння з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га кількість бобів на рослині зменшилась з 4,8 до 4,5 шт., кількість зерен у бобі з 6,9 до 6,1 шт., кількість зерен з рослини з 33 до 27,6 шт. Основний елемент продуктивності, маса зерна з рослини знизилась при загущенні посівів, відповідно, з 9,70 г до 7,05 г, а маса 1000 зерен – з 291,0 г до 255,8 г.

У експериментальних польових дослідженнях виявлено залежність зернової продуктивності гороху сорту Мадонна від метеорологічних умов року та норм висіву насіння. Найкращі гідротермічні умови для формування урожайності зерна гороху склалися 2017 року.

Урожайність у перший рік досліджень в середньому за досліджуваними нормами висіву становила 6,87 т/га. 2018 року урожайність знизилась до 6,25 т/га, або на 0,62 т/га, а 2019 року була найменшою – 6,00 т/га, що нижче на 0,87 т/га, порівняно з 2017 роком (табл. 3) Зменшення урожайності 2018 року можна пояснити недостатньою кількістю опадів у квітні (-18 мм від середньої багаторічної норми) та травні (-18 мм) і надмірним зволоженням у червні (+69 мм) та липні (+35 мм). 2019 року негативний вплив на рівень урожайності викликаний перезволоженням у травні (+92 мм до норми).

Урожайність зерна гороху змінювалась не лише залежно від умов року, але й під впливом досліджуваних норм висіву насіння. За норми висіву 0,9 млн/га в середньому за три роки урожайність становила 6,34 т/га. При підвищенні норми висіву до 1,0 та 1,1 млн/га урожайність зросла і була найвищою, відповідно 6,52 та 6,55 т/га, що вище від норми висіву 0,9 млн/га на 0,18 та 0,21 т/га (табл. 3).

Подальше збільшення норми висіву до 1,2; 1,3 та 1,4 млн/га призводило до закономірного зменшення урожайності. На варіанті з нормою висіву 1,4 млн/га загущення посівів спричинило зниження урожайності до 6,15 т/га, що на 0,40 т/га (6,11 %) менше порівняно з варіантом висіву 1,1 млн/га.

Отже, оптимальною нормою висіву гороху сорту Мадонна в умовах достатнього зволоження західного Лісостепу України є 1,0 та 1,1 млн/га.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

3. Урожайність зерна гороху сорту Мадонна залежно від норм висіву, т/га

Норма висіву, млн/га	2017 р	2018 р	2019 р	Середнє за три роки	Зниження урожаю, +/-	
					т/га	%
0,9	6,85	6,21	5,95	6,34	-0,18	-2,75
1,0	7,05	6,38	6,12	6,52	-0,03	-0,46
1,1	7,10	6,40	6,15	6,55	-	-
1,2	6,90	6,25	6,04	6,40	-0,15	-2,29
1,3	6,75	6,20	5,92	6,29	-0,26	-3,97
1,4	6,58	6,07	5,80	6,15	-0,40	-6,11
Середнє по року	6,87	6,25	6,00	6,38		
НІР _{0,5} , т/га	0,16	0,16	0,12			

Висновки

Підвищення норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га призвело до збільшення густоти рослин перед збиранням з 70 шт./м² до 90 шт./м², або на 20 шт./м². Норми висіву мали істотний вплив на показники структури врожаю гороху. При зростанні норми висіву насіння з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га кількість бобів на рослині зменшилась з 4,8 до 4,5 шт., кількість зерен у бобі з 6,9 до 6,1 шт., кількість зерен з рослини з 33 до 27,6 шт. Основний елемент продуктивності, маса зерна з рослини знизилась при загущенні посівів, відповідно, з 9,60 г до 7,05 г, а маса 1000 зерен – з 291,0 г до 255,8 г.

Оптимальною нормою висіву гороху сорту Мадонна в умовах достатнього зволоження західного Лісостепу України є 1,0 та 1,1 млн/га. Збільшення і зменшення норми висіву спричинює зниження врожайності.

Перспективи подальших досліджень. Важливо уточнити норми висіву нових сортів гороху для конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Впровадження високоврожайних інтенсивних технологій вирощування, які базуються на ширшому використанні мінеральних добрив та засобів захисту рослин, теж потребуватиме оптимізації норм висіву.

References

1. Andrushko, M. O., Lykhochvor, V. V., & Andrushko, O. M. (2019). Urozhaynist zerna gorohu zalezhno vid elementiv sistemi udobrennya. *Visnik Lvivskogo Natsionainogo Agrarnogo Universitetu: Agronomiya*, 23, 67–71. doi: 10.31734/agronomy2019.01.067 [In Ukrainian].
2. Vasilenko, A. O., Bezugliy, I. M., Shevchenko, L. M., Shtelma, A. M., Glyantsev, A. V., & Ischenko N. K. (2018). Vpliv ablotichnih chinnikov na realizatsiyu potentsialu vrozhaynosti sortiv gorohu. *Selektsiya i Nasinnitstvo*, 3, – 35–44. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134356 [In Ukrainian].
3. Gyrka, A., Tklich, I., Sydorenko, J., Bochevar, O., & Il'ienko, O. (2018). Actual aspects of technique of growing pease in conditions of Northern Steppe of Ukraine. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 96 (2), 31–35. doi: 10.31073/agrovisnyk201802-05.
4. Grischuk, P. I. (2017). Vpliv schilnosti agrotsenozu gorohu posivnogo na yogo zernovu produktivnist. *Visnik Umanskogo Natsionalnogo Universitetu Sadivnitstva*, 2, 48–51 [In Ukrainian].
5. Grischuk P. I. (2016). Osoblivosti vstanovlennya kilkisnoyi normi visivu gorohu posivnogo. *Zernobobovi kulturi ta soya dlya stalogo rozvitku agrarnogo virobnitstva Ukrayini. Materiali mizhnarodnoyi naukovoї konferentsiyi*. Vinnitsya: Dilo [In Ukrainian].
6. Dvoretzka, S. P., Ryabokin, T. M., & Efimenko, G. M. (2014). Osoblivosti formuvannya elementiv produktivnosti roslin gorohu zalezhno vid rivnya Intensifikatsiyi tehnologiyi viroschuvannya kulturi. *Zbirnik Naukovih Prats "NTS Institut Zemlerobstva NAAN"*, 3, 56–66 [In Ukrainian].
7. Dospeho, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyita (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. Moskva: Kolos [In Russian].
8. Eremko, L. S., Gangur, V. V., Kirichok, O. O., & Sokirko, D. P. (2019). Mineralne zhivlennya yak faktor pidvischennya fotosintetichnoyi produktivnosti i urozhaynosti posiviv gorohu. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, 3, 50–56. doi: 10.31210/visnyk2019.03.06 [In Ukrainian].
9. Zhuykov, O. G., & Lagutenko, K. V. (2017). Goroh posivniy v Ukrayini – stan, problemi, perspektivi. *Tavriyskiy Naukoviy Visnik: Zemlerobstvo, Roslinnitstvo, Ovochivnitstvo ta Bashtannitstvo*, 98, 65–70 [In Ukrainian].

10. Ilenko, O. V. (2013). Formuvannya vrozhaynosti gorohu vusatogo morfologichnogo tipu pid vplivom dobriv ta norm visivu nasinnya v umovah pivnichnogo Stepu. *Byuleten Institutu Silskogo Gospodarstva Stepovoyi Zoni NAAU Ukrayini*, 4, 33–37 [In Ukrainian].
11. Kaminskiy, V. F., & Dvoretzka, S. P. (2003). Efektivnist modeley tehnologiyi viroschuvannya gorohu zalezno vid rivnya yih Intensifikatsiyi. *Zbirnik Naukovih Prats Umanskogo Derzhavnogo Agrarnogo Universitetu*, 734–737 [In Ukrainian].
12. Kondratenko, M. I. (2015). Formuvannya adaptivnosti oznak zernovoyi produktivnosti kolektsiy nih zrazkiv gorohu posivnogo riznih morfotipiv v umovah pravoberezhnogo Lisostepu Ukrayini. *Kormi i Kormovirobnitstvo*, 81, 21–30 [In Ukrainian].
13. Lykhochvor, V. V., Petrichenko, V. F., & Ivaschuk, P. V. (2008). *Zernovirobnitstvo*. Lviv: NVF "Ukrayinski tehnologiyi" [In Ukrainian].
14. Lykhochvor, V. V., Prots, R. R., Dolezha, I. Ya. (2003). *Goroh*. Lviv: NVF "Ukrayinski tehnologiyi" [In Ukrainian].
15. Petrychenko, V., & Lykhochvor, V. (2019). Plant growing. New technologies for field crops cultivation: a textbook. doi: 10.31073/roslynnytstvo5vydannya.
16. Telekalo, N. V. (2019). Vpliv kompleksu tehnologichnih priyomiv na viroschuvannya gorohu posivnogo. *Silke gospodarstvo ta lisivnitstvo*, 13, 84–93 [In Ukrainian].
17. Harchenko, O. V., Prasol, V. I., Ilchenko, O. V. (2009). *Agroekologichne ta ekologichne obgruntuvannya zhivlennya silskogospodarskih kultur*. Sumy: Universitetska kniga [In Ukrainian].
18. Cherenkov, A. V., Klisha, A. I., Girka, A. D., & Kulinich, O. O. (2014). *Zernobobovi kulturi: suchasni tehnologiyi viroschuvannya: monografiya*. Dnipropetrovsk: Aktsent PP [In Ukrainian].
19. Lenssen, A. W., Sainju, U. M., Jabro, J. D., Allen, B. L., & Stevens, W. B. (2018). Dryland Pea Production and Water Use Responses to Tillage, Crop Rotation, and Weed Management Practice. *Agronomy Journal*, 110 (5), 1843–1853. doi: 10.2134/agronj2018.03.0182.
20. Khan, T. N., Meldrum, A., & Croser, J. S. (2016). Pea Overview. *Reference Module in Food Science*. doi: 10.1016/b978-0-08-100596-5.00037-8
21. Kindie, Y., Bezabih, A., Beshir, W., Nigusie, Z., Asemamaw, Z., Adem, A., Antenh Adem, Tebabele, B., Kebede, G., Alemayehu, T., & Assres, F. (2019). Field Pea (*Pisum sativum* L.) Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara, Ethiopia. *Advances in Agriculture*, 2019, 1–6. doi: 10.1155/2019/1398612.
22. Tulbek, M. C., Lam, R. S. H., Wang, Y. C., Asavajaru, P., & Lam, A. (2017). Pea. *Sustainable Protein Sources*, 145–164. doi: 10.1016/b978-0-12-802778-3.00009-3.
23. Vann, R. A., Reberg-Horton, S. C., Castillo, M. S., Mirsky, S. B., & McGee, R. J. (2018). Winter Pea Cultivar/Breeding Line Screening for Grain Crop Potential in the Southeastern United States. *Agronomy Journal*, 110 (4), 1217–1225. doi: 10.2134/agronj2017.10.0594.

Стаття надійшла до редакції 27.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Вплив норм висіву гороху на елементи структури та врожайність зерна. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 51–57.

© Лихочвор Володимир Володимирович, Андрушко Микола Олегович, 2019

THE INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZERS ON SOYBEAN YIELDS AND SEED QUALITY

V. V. Liashenko,

ORCID ID: [0000-0003-0177-6209](https://orcid.org/0000-0003-0177-6209), E-mail: viktor.liaschenko@pdaa.edu.ua,

I. I. Lotysh,

ORCID ID: [0000-0003-0373-6630](https://orcid.org/0000-0003-0373-6630), E-mail: il.acad2010@gmail.com,

A. O. Taranenko,

ORCID ID: [0000-0002-1305-939X](https://orcid.org/0000-0002-1305-939X), E-mail: anna.taranenko@pdaa.edu.ua,

V. Yu. Krykunova,

ORCID ID: [0000-0002-8440-2490](https://orcid.org/0000-0002-8440-2490), E-mail: valentyna.krykunova@pdaa.edu.ua,

K. O. Kundyus,

E-mail: karinakynduys2018@ukr.net,

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

The study of combining phosphorus-potassium fertilizers and nitrogen (N) fertilizers in fertilization system, which is necessary for soybean genetic potential realization, was presented in the research. It has been determined that the main factor influencing the genetic potential realization of soybean productivity is applying N fertilizers, which also reduces moisture consumption for the formation of soybean yield unit. It was proved that applying 60 and 90 kg ha⁻¹ of N against the background of 60 kg ha⁻¹ of P and 60 kg ha⁻¹ of K enabled to reduce moisture consumption by 34–39 % for the formation of yield unit as compared without N fertilization variant. The increase of nitrate and ammonium nitrogen content in soil layers from 0 to 20 cm by 1.1 % and from 20 to 40 cm by 4.7 % at applying 30 and 90 kg ha⁻¹ N against the background of 60 kg ha⁻¹ of P and 60 kg ha⁻¹ of K was shown. According to the research results positive effect of N fertilizers on biometric indexes of soybean plants was revealed. Increasing N fertilization rates contributed to improving the quality of plant indexes. The best results were shown in the variants with nitrogen fertilization against phosphorus-potassium background. The increase of N fertilization rates led to improving the relevant indicators. It has been established that the highest average soybean yield was observed in the variant of applying 90 kg ha⁻¹ N – 253 kg ha⁻¹, as compared with the variant without N fertilization – 73 kg ha⁻¹. The difference between soybean yield in the variants of applying 30 and 60 kg ha⁻¹ of N was 16 kg/ha. The positive impact of N fertilization on the quality of soybean seed was proved. During our experiment, the maximum protein content in soybean seeds (38.2 %) and highest yield – 97 kg/ha were obtained in the variant of applying 90 kg ha⁻¹. The maximum grain fat content was found in the variant without N fertilization – 22.0 %. N fertilization improved the conditions of mineral nutrition and reduced grain fat content to 20.1 %. According to the research results we recommend N fertilization against phosphorus-potassium background to obtain high soybean yields.

Key words: soybean, nitrogen (N) fertilizers, phosphorus-potassium fertilizes, yield, mineral nutrition.

ВПЛИВ АЗОТНИХ ДОБРІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОЇ

В. В. Ляшенко, І. І. Лотиш, А. О. Тараненко, В. Ю. Крикунова, К. О. Кундиус,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті йдеться про поєднання в системі удобрення фосфорно-калійних та азотних добрив, що необхідно для реалізації генетичного потенціалу сої. Визначено, що головним чинником, який впливає на реалізацію генетичного потенціалу продуктивності сої, є застосування азотних добрив, що

також зменшує витрати вологи на формування одиниці врожаю. Доведено, що внесення азотних добрив (N_{60}) та (N_{90}) на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{60}$) дає змогу зменшити на 34–39 % витрати вологи на формування одиниці врожаю порівняно з варіантом без добрив. Показано збільшення вмісту нітратного й амонійного азоту в шарах ґрунту від 0 до 20 см – 1,1 % і від 20 до 40 см – 4,7 % при внесенні азотних добрив (N_{30-90} на фоні $P_{60}K_{60}$). Виявлено позитивний вплив мінеральних добрив на біометричні показники рослин сої. За результатами досліджень визначено, що найкращими виявилися ті варіанти, на яких азотні добрива застосовувалися на фосфорно-калійному фоні. Доцільно зазначити, що за умови збільшення доз азотних добрив спостерігається покращення відповідних показників. Встановлено, що найвища врожайність насіння сої в середньому за роки проведення досліджень – 25,3 ц/га, формується на варіанті з внесенням азоту в дозі N_{90} . Перевищення порівняно з варіантом без добрив становить 7,3 ц/га або 42 %. Розбіжність за цим показником на варіантах, де вносили N_{30} і N_{60} , становить 1,6 ц/га. Доведено позитивний вплив внесення мінеральних добрив на показник якості носіння сої. Під час проведення наших досліджень максимальний вміст білка в зерні сої (38,2 %) виявлено у варіанті з внесення по фону азотних добрив у дозі 90 кг/га д. р. Цей же варіант характеризувався і найвищим його виходом з одиниці площі – 9,7 ц/га. Найбільший вміст жиру в зерні був виявлений у варіанті без добрив і становив 22,0 %. З'ясовано, що за рахунок внесення азотних добрив покращення умов мінерального живлення сприяло зниженню його вмісту до 20,1 %.

Ключові слова: соя, азотні добрива, фосфорно-калійні добрива, врожайність, мінеральне живлення.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН СОИ

В. В. Ляшенко, И. И. Лотыш, А. А. Тараненко, В. Е. Крикунова, К. А. Кундиус,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В статье обусловлено, что главным фактором, который влияет на реализацию генетического потенциала производительности сои, является применение азотных удобрений. Доказано, что внесение азотных удобрений (N_{60}) и (N_{90}) на фосфорно-калийном фоне ($P_{60}K_{60}$) позволяет уменьшить на 34–39 % расходы влаги на формирование единицы урожая сравнительно с вариантом без удобрений. По результатам исследований определено, что лучшие всего проявили себя те варианты, на которых азотные удобрения применялись на фосфорно-калийном фоне. Выведено, что наивысшая урожайность семян сои в среднем за годы проведения исследований – 25,3 ц/га формируется на варианте с внесением азота в дозе N_{90} . Во время проведения наших исследований максимальное содержание белка в зерне сои (38,2 %) выявлено на варианте внесения по фону азотных удобрений в дозе 90 кг/га д. в. Наибольшее содержание жира в зерне было выявлено в варианте без удобрений и составляло 22,0 %.

Ключевые слова: соя, азотные удобрения, фосфорно-калийные удобрения, урожайность, минеральное питание.

Вступ

Однією з найбільш поширених культур світового землеробства є соя, за посівними площами й валовими зборами зерна вона є головною зерновою бобовою культурою світу, яка саме за посівними площами поступається лише рису, пшениці та кукурудзі. На сьогодні Україна за обсягами виробництва сої посідає перше місце в Європі, восьме – у світі, має найкращі перспективи для нарощування виробництва й формування значних експортних її ресурсів. Основний мотив збільшення виробництва сої полягає у високій харчовій та кормовій цінності насіння, а саме: білка та олії – продуктів, які є важливим джерелом харчування людей, крім того, згодовування соєвого протеїну має попит у світовому птахівництві та свинарстві [2, 18].

Нині до Державного реєстру України занесено більше 100 сортів сої, кращі з них здатні давати врожай на рівні 3,8–4,5 т/га, але, на жаль, за посушливих умов їхня врожайність знижується до 0,7–0,8 т/га. Тому підвищення адаптивних можливостей, особливо стійкості до недостатнього зволоження, залишається одним з найбільш важливих показників, які потрібно покращити шляхом селекції в найближчій перспективі [1, 16].

Аналіз основних досліджень і публікацій свідчить про те, що найголовнішим напрямом у селекції сої є збільшення врожайності та її стабільність в умовах зміни зовнішнього середовища, створення

генотипів з оптимальною тривалістю вегетаційного періоду, введення генів стійкості в новий вихідний матеріал, створений шляхом гібридизації. Тому часто мета створення нового сорту включає низку етапів, і кінцева ціль досягається поступовими покращеннями окремих ознак [9, 12].

Значення сорту особливо зросло за умов глобального потепління, коли підвищується температура повітря і ґрунту, також настають тривалі дощові періоди. Такі погодні умови супроводжуються стресовим станом для рослин і різким зниженням їх продуктивності, розповсюдження шкідників та хвороб, які спричиняють зниження врожайності і якості продукції [21]. Тому всі виробники сільського господарства потребують високоадаптивних сортів, завдяки яким вони могли б отримувати стійкі врожаї навіть за несприятливих умов довкілля [3, 7].

У цих дослідженнях на основі аналізу поставлено за *метою* встановити оптимальні дози застосування азотних добрив для вирощування сої та їхній вплив на вміст білка й жиру в її насінні.

Завдання досліджень: на підставі аналізу запасів продуктивної вологи у ґрунті та його поживного режиму виявити реакцію рослин сої на умови мінерального живлення, вміст білка і жиру в її насінні.

Матеріали і методи досліджень

Під час проведення дослідження було використано візуальний метод – для спостереження фенології рослин; вимірювально-ваговий – для встановлення структури рослин; ваговий – для визначення урожайності зерна; лабораторний – для визначення показників технологічної якості; розрахунково-порівняльний – для встановлення економічної ефективності.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень показали, що запаси вологи в шарі ґрунту від 0–100 см більшою мірою залежать від кількості опадів за вегетацію й характеризуються найбільшою її кількістю в період сівби. Внесення фосфорних і калійних добрив восени та азотних під передпосівну культивуацію згідно зі схемою досліду не вплинули на вміст доступної вологи під час сівби. Але вже під час цвітіння сої спостерігається різниця запасів продуктивної вологи між досліджуваними варіантами удобрення. Найбільшу кількість вологи рослини сої використовували для формування врожаю у варіантах з внесенням азотних добрив у дозах 30, 60 і 90 кг д. р./га, різниця між цими варіантами і варіантом без внесення добрив склала відповідно 4,9, 7,3 і 8,0 мм.

Така ж тенденція зміни кількості запасів доступної вологи під посівами сої залежно від внесення різних азотних добрив спостерігалась і в період повної стиглості. Встановлено прямо пропорційну залежність між кількістю добрив і підвищенням ролі умов зволоження. Варто відмітити, що добрива інгібують негативний вплив екстремальних погодних умов вирощування [3, 14].

Найбільше вологи на формування 1 т зерна сої витрачалось у варіанті без внесення добрив – від 126,5 мм до 157,8 мм залежно від погодних умов вегетаційного періоду. При покращенні умов мінерального живлення рослини сої більш раціонально використовували вологу на формування 1 тони зерна. В середньому за роки досліджень внесення фосфорних і калійних добрив зменшило кількість витраченої вологи на формування врожаю на 15,2 мм/т порівняно з варіантом без внесення добрив. У варіантах з внесенням азотних добрив у дозах 30, 60 і 90 кг д. р./га на фосфорно-калійному фоні також зменшувалися витрати вологи на формування врожаю відповідно на 26,0, 32,3 і 39,2 мм/т порівняно з контролем.

На ранніх стадіях онтогенезу соя характеризується помірними темпами накопичення сухої речовини і засвоєння азоту, особливо в період утворення та формування бобів [9]. Аналізуючи динаміку засвоєння азоту рослинами протягом вегетації, відмічено суттєву роль внесених азотних добрив у загальний азотний баланс рослин.

Ураховуючи той факт, що засвоєння соєю мінерального азоту уповільнюється на час цвітіння, то в період підвищеної її потреби в азоті єдиним його джерелом був процес симбіотичної азотфіксації, що проходив досить інтенсивно [14].

У період репродуктивної фази азотфіксація підтримувалася за рахунок посилення активності одинокі маси бульбочок, а пізніше – за рахунок збільшення їхньої маси. У період від початку плодоутворення до наливання насіння в рослини сої надійшло 50–60 % азоту від загальної його кількості, фіксованого бульбочками за вегетаційний період. Тому ріст бобів і наливання зерна здійснювалися насамперед шляхом безпосереднього використання фіксованого азоту й у жодному разі не за рахунок реутилізації раніше накопиченого азоту, фіксованого бульбочками за вегетацію.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Результати досліджень свідчать, що вміст нітратного азоту у ґрунті під посівами сої збільшувався за рахунок внесення азотних добрив. У середньому за роки досліджень під час внесення азотних добрив у дозі N_{30} на момент сходів у шарі ґрунту 0–20 см – 18,74 мг/кг. Під час збільшення дози азотних добрив ще на 30 кг д. р./га вміст нітратного азоту зростає ще на 1,2 мг/кг. Разом вміст нітратного азоту в середньому за роки досліджень під час внесення азотних добрив у дозі N_{90} в період сходів у шарі 0–20 см становив 22,3 мг/кг.

Внесені азотні добрива сприяли збільшенню вмісту нітратного азоту і в шарі ґрунту 20–40 см – від 19,0 мг/кг до 22,3 мг/кг відповідно до доз внесення N_{30} ; N_{60} і N_{90} . Проте, як свідчать отримані результати, ми не виявили позитивного впливу внесення азотних добрив у різних нормах на вміст мінерального азоту у ґрунті під посівами сої в нижніх шарах ґрунту. Якщо різниця за цим показником у шарі ґрунту 40–60 см була в межах 0,1–0,6 мг/кг, а в шарі ґрунту 60–80 см – в межах 0,3–0,8 мг/кг, то в шарі ґрунту 80–100 см значення цього показника було практично на одному рівні: розбіжність була в межах 0,1–0,3 мг/кг (табл. 1).

1. Динаміка вмісту мінерального азоту у ґрунті під посівами сої (в середньому за 2017–2019 рр.), мг/кг

Варіант досліджу		Фаза росту і розвитку рослин														
		Сходи					Цвітіння					Повна стиглість				
		Шар ґрунту, см														
		0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Без добрив (ко- нтроль)	16,8	18,2	14,8	12,9	13,5	14,4	15,2	13,4	13,1	10,4	8,2	8,8	8,7	8,2	7,6	
Фон (P ₆₀ K ₆₀)	18,1	19,4	15,6	14,5	13,7	15,6	16,0	13,2	13,3	10,6	8,3	8,6	8,3	8,0	7,4	
Фон+N ₃₀	18,5	18,0	16,7	13,5	14,3	16,1	15,9	13,3	13,6	10,8	9,4	9,6	8,5	8,3	7,8	
Фон+N ₆₀	20,8	20,3	17,6	13,9	13,7	17,5	17,4	13,7	13,4	10,7	10,4	10,6	9,1	8,6	8,3	
Фон+N ₉₀	23,2	22,0	15,8	14,2	13,8	19,0	19,8	13,0	13,6	10,4	11,3	11,5	9,4	8,8	8,5	
НІР ₀₅	2017	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	1,1	1,0	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4
	2018	1,0	1,1	0,9	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
	2019	1,1	1,3	1,0	0,9	0,8	1,0	1,1	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	0,5

У середньому за роки досліджень у фазу цвітіння показники вмісту нітратного азоту у верхніх шарах ґрунту 0–20 і 20–40 см були дещо нижчими, ніж на початку вегетації, що пояснюється більш інтенсивним використанням його рослинами сої. На контролі й на фоні вміст мінерального азоту перебував у межах 14,4–15,2 мг/кг і 15,6–16,0 мг/кг відповідно. Внесення азотних добрив, як і в попередньому випадку, має позитивний вплив на вміст мінерального азоту. За умови внесення азотних добрив у дозі N_{30} вміст мінерального азоту в шарі ґрунту 0–20 і 20–40 см порівняно з попередніми показниками збільшився на 1,0–1,1 мг/кг та 0,7–0,9 мг/кг відповідно. Тобто за умови внесення азотних мінеральних добрив у дозі 30 кг д. р./га не спостерігалось достовірного підвищення вмісту досліджуваної форми азоту.

Більш достовірне підвищення вмісту мінерального азоту у ґрунті спостерігається у варіантах, де вносили азотні мінеральні добрива в дозах 60 і 90 кг д. р./га. Тут перевищення показника порівняно з контролем та фоном було в межах 2,2–4,6 мг/кг.

Як свідчать отримані дані, починаючи з шару 40–60 см і до шару 80–100 см внесення азотних добрив не мало істотного впливу на підвищення форм азоту, що досліджувалися. Різниця на цих варіантах не перевищувала межу 0,1–0,4 мг/кг (табл. 1).

У період повної стиглості сої спостерігалася тенденція до зменшення вмісту рухомих сполук азоту в метровому шарі ґрунту в результаті його засвоєння рослинами й мікроорганізмами [15]. Значення цього показника зменшилось майже вдвічі порівняно з періодом сходів на всіх варіантах досліджень. Найбільший вплив азотних добрив на вміст мінерального азоту у ґрунті спостерігається на варіантах з дозою 60 і 90 кг д. р./га. Достовірне підвищення вмісту досліджуваної форми азоту від внесення

азотних добрив у дозі N_{30} спостерігається лише у верхніх шарах ґрунту, тобто не глибше 40 см.

У середньому за роки досліджень при внесенні дози добрив N_{30} було виявлено підвищення вмісту азоту лише у верхніх шарах ґрунту 0–20 і 20–40 см. Найбільший його вміст було виявлено при внесенні добрив у дозі N_{90} .

У середньому за роки досліджень найменший вміст мінерального азоту в шарах ґрунту 0–20 та 20–40 см в усі періоди визначення встановлено у варіантах без внесення добрив та з внесенням $P_{60}K_{60}$. У фазу сходів сої його вміст відповідно був у межах 16,8–18,2 та 18,1–19,4 мг/кг.

Дослідження біометричних показників свідчать про на позитивний вплив мінеральних добрив на основні структурні елементи врожайності культури. Реакція рослин на умови вирощування відображається насамперед на висоті рослин. Тоді як ростові процеси визначають більшою мірою продуктивність рослин, оскільки вони зв'язані з наростанням листової поверхні, накопиченням надземної маси [15, 18].

Як свідчать дані табл. 2, застосування добрив має позитивний вплив на збільшення висоти рослин сої. Низькорослі (90,5 см) рослини формуються на контроль. Застосування мінеральних добрив (фон), як і внесення азотних мінеральних добрив у дозі 30 кг д. р./га, не має істотного впливу (суттєво не впливає) на збільшення висоти рослин. Різниця між контролем і даними варіантами становить 1,5 см і 4,4 см відповідно.

**2. Біометричні показники рослин сої залежно від застосування азотних добрив
(в середньому за 2017–2019 рр.)**

Варіанти	Висота рослин, см		Кількість на одну рослину, шт.			Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
	загальна	прикріплення нижніх бобів	гілок	бобів	насінин		
Без добрив (контроль)	90,5	13,7	1,6	21,7	39,1	5,41	139
Фон ($P_{60}K_{60}$)	92,0	15,1	1,7	23,0	41,9	5,91	141
Фон+ N_{30}	94,9	17,6	1,8	23,1	41,8	6,04	145
Фон+ N_{60}	95,4	17,9	1,9	24,9	42,4	6,82	150
Фон+ N_{90}	99,2	18,4	2,1	24,3	55,6	7,92	144
$НІР_{05}$	4,6	1,2	0,11	1,4	2,7	0,32	7,4

У варіантах із внесенням азотних добрив у дозі N_{60} і N_{90} спостерігається збільшення висоти рослин сої, в цьому випадку висота збільшується порівняно з контролем на 4,9 і 8,7 см. Розбіжностей між варіантами, де вносились азотні добрива за висотою рослин сої, не спостерігалось.

Втрати врожаю сої під час збирання залежать від висоти прикріплення нижніх бобів. З табл. 2 найнижчим показником прикріплення нижніх бобів була соя, на яку не вносились добрива – 13,7 см, а також цей варіант показав найменшу висоту рослини (90,5 см). Але із застосуванням добрив можна побачити чіткі зміни, починаючи від загальної висоти рослини і закінчуючи масою насіння. З даних таблиці видно, що при внесенні добрив дозою N_{30} ; N_{60} та N_{90} , висота рослини збільшилася на 4,4; 4,9 та 8,7 см відповідно.

Як свідчать дані табл. 2, внесення мінеральних добрив мало також позитивний ефект на формування гілок порівняно з контролем, тобто спостерігається тенденція збільшення кількості гілок за умов підвищення доз азоту. На контролі та фоні показник перебуває в межах 1,6–1,7 шт., але з внесенням азотних добрив цей показник збільшується до 1,8–2,1 шт. залежно від внесеної дози з 30 кг д. р./га до 90 кг д. р./га.

З наступного показника видно, що найбільша кількість бобів на одну рослину сформувалася при внесенні азоту в дозі 60 кг д. р./га. На нашу думку, це пов'язано з тим, що підвищена доза азотних добрив мала більший вплив на формування вегетативної маси, за рахунок чого і зменшується кількість бобів.

Водночас потрібно відмітити, що деяке зменшення кількості бобів у варіанті з дозою N_{90} компенсується кількістю насіння, яке формується на рослині. В цьому випадку значення показника перебуває на рівні 55,6 шт., тоді як на контролі формувалося всього 39,1 шт., а на варіанті з фосфорними й калійними добривами (фон) 41,9 шт. (табл. 2). Внесення азотних добрив у дозі N_{30} і N_{60} не мало істотного впливу на формування кількості насінин з однієї рослини порівняно з фоном.

З табл. 2. також видно позитивний вплив на формування такого показника, як маса насіння з однієї рослини, й тут спостерігається збільшення маси насіння на варіантах, де збільшується і його кількість. Найбільша маса насіння (7,92 г) з однієї рослини формується у варіанті з внесенням азоту в дозі 90 кг/га д. р. Зменшення норми азоту на 30 кг/га д. р. знизило масу насіння на 1,1 г, а на 60 кг/га д. р. – на 1,88 г. Значення цього показника на контролі й фоні коливалося в межах 5,41–5,91 г.

Необхідно зазначити, що найбільша маса 1000 насінин була зафіксована у варіанті з внесенням азоту в дозі N_{60} і становила 150 г. Варіанти, де азот вносили з мінімальною та максимальною дозою, маса 1000 насінин залишилась майже однаковою (144–145 г).

Величина асиміляційної поверхні сої також зростала з покращенням умов мінерального живлення насамперед азотного як за рахунок внесення мінеральних добрив, так і інокуляції. У фазу гілкування залежно від дії досліджуваного фактора площа листової поверхні зростала на 4–16 %, цвітіння – 9–28, повної стиглості – 8–25 % порівняно з контролем.

Встановлено, що мінеральні добрива сприяли кращому формуванню врожайності насіння сої. У варіанті без внесення добрив (контроль) урожайність насіння сої в середньому за роки проведення досліджень становила 18 ц/га, коливаючись у межах від 16,3 ц/га 2018 р. до 19,2 ц/га 2019 р. У середньому за роки проведення досліджень за рахунок внесення фосфорних і калійних добрив врожайність підвищилася на 2,1 ц/га.

Азотні добрива, внесені на фосфорно-калійному фоні, в дозах N_{30} , N_{60} , N_{90} підвищували врожайність насіння сої. У першому випадку урожайність культури порівняно з контролем підвищилася в середньому на 4,2 ц/га або на 23 %. Збільшення дози азотних добрив до 60 кг/га д. р. підвищило збір насіння сої з одного гектару на 32 %, що становило 5,8 ц/га. Найвищий ефект застосування азотних добрив під сою відмічений у варіанті, де вносились найвища доза азоту. В цьому разі урожайність культури коливалась у межах 20,0–29,0 ц/га, що в середньому становило 25,5 ц/га. Отже, застосування азотних добрив у дозі N_{90} підвищило урожайність насіння сої на 42 % порівняно з контролем; на 27 % порівняно з фоном і на 16 та 8 % відповідно з варіантами азотних добрив в дозах N_{30} , N_{60} відповідно.

Таке збільшення урожайності насіння сої за умов збільшення азотних добрив можна пояснити тим, що перед посівом сою не обробляли інокулянтами, а у ґрунті невелика кількість бульбочкових бактерій, які формуються на кореневій системі цієї культури. Через це може погіршуватися азотфіксація, тому збільшується кількість азоту, який рослина буде використовувати з ґрунту. Як показали наші дослідження, застосування азотних добрив має позитивний результат, тому одного застосування фосфорно-калійних добрив буде недостатньо. Також застосування мінеральних добрив позитивно вплинуло не лише на врожайність, а й на якість насіння сої, а саме на вміст білка в насінні (табл. 3), його вміст зростав на 2,1–5,1 пункти порівняно з контролем (34,1 %). Відповідно, цей варіант характеризується і найменшим збором білка – 6,1 ц/га.

Підвищення вмісту білка в насінні сої, яке спостерігається у варіантах з використанням мінеральних добрив, особливо азотних, що впливають на формування білка в насінні сої, в поєднанні зі збільшенням урожайності відповідно вплинуло й на збільшення збору білка, який становив 7,0 ц/га на фоні і 8,0 ц/га; 8,8 ц/га та 9,7 ц/га на варіантах з дозою азотних добрив N_{30} , N_{60} , N_{90} відповідно.

3. Вміст білка і жиру в насінні сої та їхній збір залежно від умов мінерального живлення, 2017–2019 рр.

Варіант досліджу	Вміст білка, %	Збір білка, ц/га	Вміст жиру, %	Збір жиру, ц/га
Без добрив (контроль)	34,1	6,1	22,0	4,0
Фон ($P_{60}K_{60}$)	35,4	7,0	21,5	4,3
Фон+ N_{30}	36,2	8,0	21,0	4,7
Фон+ N_{60}	37,3	8,8	20,4	4,9
Фон+ N_{90}	38,2	9,7	20,1	5,1

Як свідчать отримані результати (табл. 3), внесення азотних добрив зменшувало вміст жиру в насінні сої на 1,0–2,5 пункти порівняно з варіантом без добрив: на контролі цей показник становить 22,0 %. На цьому ж варіанті спостерігається і найменший збір жиру 4,0 ц/га.

Із внесенням мінеральних добрив $P_{60}K_{60}$ вміст жиру в насінні сої зменшився на 0,5 % порівняно з контролем, але збір збільшився на 0,3 ц/га за рахунок більшої урожайності.

Схожі ситуації спостерігаються й у варіантах з внесення різних доз азотних добрив. Крім того, помітне зменшення вмісту жиру зі збільшенням вмісту азоту. На ділянках, де вносили 30 кг д. р./га азотних добрив, вміст жиру в насінні сої порівняно з контролем зменшився на 1 пункт, а збільшення дози до 60 і 90 кг/га д.р. зменшило цей показник на 1,6 та 1,9 % відповідно. Водночас зменшення вмісту жиру в насінні сої не вплинуло на збір. Як свідчать дані табл. 3, найбільший збір жиру відмічений на ділянках, де вносили підвищену (N_{90}) дозу азотних добрив. Ці факти пов'язані зі збільшенням продуктивності цих варіантів, що й мають позитивний вплив на кінцевий результат, а саме – збір жиру з одного гектару.

Тому найбільший вплив на якісні показники насіння сої був у варіанті фон+ N_{90} . Але варто підкреслити, що застосування лише фосфорно-калійних добрив забезпечує таку ж кількість жиру й білка, як і на варіанті фон+ N_{30} .

Висновки

Отримані результати проведеного дослідження дали змогу з'ясувати, що найвища врожайність насіння сої в середньому за роки проведення досліджень – 25,3 ц/га формується у варіанті з внесенням азоту в дозі N_{90} . Доведено позитивний вплив внесення мінеральних добрив на показник якості насіння сої. Максимальний вміст білка в зерні сої (38,2 %) виявлено у варіанті з внесення по фону азотних добрив у дозі 90 кг/га д. р. Визначено, що найбільший вміст жиру в зерні спостерігався у варіанті без добрив і становив 22,0 %.

Перспективи подальших досліджень – вплив різних систем землеробства на урожайність і біометричні показники рослин сої.

References

1. Babych, A. (2007). Novi sorty soi i perspektyvy vyrobnytstva yikh v Ukraini. *Propozytsiia*, 4, 46–49 [In Ukrainian].
2. Babych, A. O., & Babych-Poberezhna, A. A. (2014). Nevykorystanyi potentsial soi. *Fermer*, 12 (60), 46–47 [In Ukrainian].
3. Babych, A., & Poberezhna, A. (2000). Soia – holovna bilkovo-oliina kultura svitovoho zemlerobstva. *Propozytsiia*, 4, 42–45 [In Ukrainian].
4. Bernard, R. L. (1983). Soybean germplasm, breeding, and genetic activities in the United States. *Soybean research in China and the United States: Proc. First China [USA soybean symposium and working group meeting]*. USA.
5. Carter, J. T. E., Gizlice, Z., & Burton, J. W. (1993). Coefficient – of – parentage and genetic – similarity estimates for 258 North American soybean cultivars released by public agencies during 1945–88. *Technical Bulletin U.S. Department of Agriculture*, 1814, 76.
6. Delannay, X., Rodgers, D. M., & Palmer, R. G. (1983). Relative Genetic Contributions Among Ancestral Lines to North American Soybean Cultivars. *Crop Science*, 23 (5), 944–949. doi: 10.2135/cropsci1983.0011183x002300050031x.
7. Hunter, M., Jabrun, Plm., & Byth, D. (1980). Response of nine soybean lines to soil moisture conditions close to saturation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 20 (104), 339. doi: 10.1071/ea9800339.
8. Holberg, S. F. (1956). Sojabeen adaptation in Sweden. *World crops*, 8 (3), 50–54.
9. Lotysh, I. I. (2017). Formuvannia ploshchi lystkovoï poverkhni posiviv soi zalezgho vid sortu, sposobu sivby ta normy vysivu v umovakh nedostatnoho zvolozhennia Lisostepu. *Visnyk PDAA*, 1–2, 167–171. doi: 10.31210/visnyk2017.1-2.33 [In Ukrainian].
10. Mesterhazy, A. (1996). Breeding for resistance to Fusarium head blight of wheat. *Fusarium Head Scab: Global Status and Future Prospects*. Mexico.
11. Muehlbauer, F. J., & Kraft, J. M. (1976). Evidence of heritable resistance to Fusarium solani f. sp. pisi and Pythium ultimum in peas. *Crop Science*, 1, 34–36.
12. Selektysia y henetyka soy: Napravleniya y metody selektsyy. Retrieved from: http://www.agromage.com/stat_id.php?id=487 [In Russian].
13. Shevnikov, M. Ya., Lotysh, I. I., & Halych, O. P. (2015). Osoblyvosti rozvytku soi zalezgho vid strokiv sivby v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk PDAA*, 4, 14–17.

doi: 10.31210/visnyk2015.04.03 [In Ukrainian].

14. Shevnikov, M. Ya., Milenko, O. H., & Lotysh, I. I. (2014). Yakisni pokaznyky nasinnia soi zalezno vid vplyvu mineralnykh i bakterialnykh dobryv. *Visnyk PDAA*, 4, 25–29. doi: 10.31210/visnyk2014.04.04 [In Ukrainian].

15. Shevnikov, M. Ya., Milenko, O. H., & Lotysh, I. I. (2018). Urozhainist sortiv soi zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia. *Visnyk PDAA*, 3, 15–21. doi: 10.31210/visnyk2018.03.02 [In Ukrainian].

16. Sichkar, V. I. (2014). Seleksiina tsinnist kolektsiinykh zrazkiv pry stvorenni vysokoproduktyvnykh sortiv soi. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 106, 83–92 [In Ukrainian].

17. St. Martin, S. K. (1982). Effective Population Size for the Soybean Improvement Program in Maturity Groups 00 to IV. *Crop Science*, 22 (1), 151–152. doi: 10.2135/cropsci1982.0011183x002200010035x.

18. Suchasna selektsiia soi. Retrieved from: <http://www.agrobusiness.com.ua/agronomiia-siogodni/2387-suchasnaselektsiia-soi.html> [In Ukrainian].

19. Yasnolob, I. O., Chayka, T. O., Galych, O. A., Kolodii, O. S., Moroz, S. E., Protsiuk, N. Y., & Lotych, I. I. (2019). Stimulating the increasing of natural soil fertility: economic and environmental aspects. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (3), 267–271. doi: 10.15421/2019_89.

20. Yasnolob, I. O., Chayka, T. O., Gorb, O. O., Shvedenko, P. Yu., Protas, N. M., & Tereshchenko, I. O. (2017). Intellectual Rent in the Context of the Ecological, Social, and Economic Development of the Agrarian Sector of Economics. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 7 (23), 1442–1450. doi: 10.14505/jemt.v8.7(23).13.

21. Yasnolob, I. O., Pysarenko, V. M., Chayka, T. O., Gorb, O. O., Pestsova-Svitalka, O. S., Kononenko, Zh. A., & Pomaz, O. M. (2018). Ecologization of tillage methods with the aim of soil fertility improvement. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 280–286. doi: 10.15421/2018_339.

Стаття надійшла до редакції 27.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ляшенко В. В., Лотиш І. І., Тараненко А. О., Крикунова В. Ю., Кундиус К. О. Вплив азотних добрив на урожайність та якість насіння сої. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 58–65.

© Ляшенко Віктор Васильович, Лотиш Ігор Ігорович, Тараненко Анна Олексіївна,
Крикунова Валентина Юхимівна, Кундиус Карина Олександрівна, 2019



original article | UDC: 633.15:631.51.021:330.131.5 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.08

AGRO-ECONOMIC EFFICIENCY OF DIFFERENT BASIC SOIL TILLAGE METHODS ON MAIZE AREAS

S. V. Taranenko,

ORCID ID: [0000-0003-2450-4388](https://orcid.org/0000-0003-2450-4388), E-mail: taranenkosergh@ukr.net,

T. O. Chaika,

ORCID ID: [0000-0002-5980-7517](https://orcid.org/0000-0002-5980-7517), E-mail: chayka_ta@ukr.net,

Ya. M. Tiupka,

E-mail: yaroslavtyupka93@gmail.com,

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

The actuality of using such basic soil tillage methods, which help to save natural soil fertility and ensure agro-economic efficiency of grain maize cultivation (on the example of Delphin hybrid) was given in the article. The research tasks were to determine the following: the influence of different basic soil tillage methods (plowing, sub-surface cutting, and shallow tillage) on the elements of crop structure and yields of maize grain; economic efficiency of various basic soil tillage methods for grain maize. Plant sampling and phenological observation of plants were performed according to the methodology developed by the Institute of Grain Management of NAASU. Indexes of maize crops structure were evaluated according to the methods of the State Commission of Crop Variety Testing named after Maisyrian. Crop yields were determined by cutting and converting to 100% purity and basic humidity. Indexes of maize grain quality were determined according to the methods of the current state standards. All experimental data were analyzed statistically using STATISTICA ver. 7.0 software. The analysis of the elements of maize crop structure shows considerable decreasing the number of maize ears per 100 plants at plowing (up to 98 pcs. instead of 118 pcs.). The index of grain weight from 1 m² was the highest in the variant with plowing – 982 g/m² and the lowest – in the variant with shallow tillage – 697 g/m². Yields of maize grain under plowing (942 kg/ha) were higher by 17 % as compared with the variant of using shallow tillage. Yields of maize grain in the variant of using sub-surface cutting were in the middle – 861 kg/ha. The conducted calculations of economic efficiency proved the expediency of plowing which leads to increasing maize productivity and profitability level by 19 % and 38 % as compared with other basic soil tillage methods.

Key words: basic soil tillage methods, maize, efficiency, yield, soil fertility.

АГРОЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ

С. В. Тараненко, Т. О. Чайка, Я. М. Тюпка,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті йдеться про актуальність використання таких основних способів обробітку ґрунту, які сприяють збереженню природної родючості ґрунтів, забезпечують агроекономічну ефективність вирощування кукурудзи на зерно (на прикладі гібриду Дельфін). Завданнями дослідження було обрано: визначити вплив видів основного обробітку ґрунту (полицевого, плоскорізного й поверхневого) на елементи структури врожаю кукурудзи та урожайність її зерна; визначити економічну ефективність різних способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно. Аналіз елементів структури врожаю кукурудзи свідчить про істотне зменшення кількості початків на 100 рослин за

полицевого обробітку ґрунту (до 98 шт. проти 118 шт.). Показник маси зерна з 1 м² був найвищим у варіанті з полицевим обробітком ґрунту – 982 г/м², а найнижчим – при поверхневому 697 г/м². Урожайність зерна у варіанті з полицевим обробітком ґрунту забезпечує підвищення урожайності (94,2 ц/га) порівняно з поверхневим (78,1 ц/га) на 16,1 ц/га, тобто на 17 %. Показник врожайності у варіанті з плоскорізним обробітком мав проміжне місце – 86,1 ц/га. Проведені розрахунки економічної ефективності різних способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно доводять доцільність полицевого обробітку, що за умови дотримання відповідної агротехніки призводить до підвищення продуктивності цієї культури, а саме підвищення рівня рентабельності на 19 % проти плоскорізного обробітку й на 38 % проти поверхневого обробітку ґрунту.

Ключові слова: способи основного обробітку ґрунту, кукурудза, ефективність, урожайність, родючість ґрунтів.

АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

С. В. Тараненко, Т. А. Чайка, Я. Н. Тюпка,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В статье представлена актуальность использования таких основных способов обработки почвы, которые способствуют сохранению естественного плодородия почв, обеспечивают агроэкономическую эффективность выращивания кукурузы на зерно (на примере гибрида Дельфин). Анализ элементов структуры урожая кукурузы свидетельствует о существенном уменьшении количества качанов на 100 растений при отвальной вспашке (до 98 шт. вместо 118 шт.). Показатель массы зерна с 1 м² был самым высоким в варианте с отвальной вспашкой почвы – 982 г/м², а самым низким – при поверхностной (чизельной) вспашке – 697 г/м². Урожайность зерна в варианте с отвальной вспашкой почвы обеспечивает повышение (94,2 ц/га), сравнительно с поверхностной вспашкой (78,1 ц/га) на 16,1 ц/га, то есть на 17 %. Показатель урожайности в варианте с плоскорезной (безотвальной) обработкой занимал промежуточное место – 86,1 ц/га. Проведенные расчеты экономической эффективности различных способов основной обработки почвы под кукурузу на зерно доказывают целесообразность отвальной вспашки почвы, что при условии соблюдения соответствующей агротехники приводит к повышению производительности этой культуры, а именно повышение уровня рентабельности на 19 % по отношению к плоскорезной обработке и на 38 % – к поверхностной вспашке почвы.

Ключевые слова: способы основной обработки почвы, кукуруза, эффективность, урожайность, плодородие почв.

Вступ

На сучасному етапі розвиток землеробства призводить до катастрофічного руйнування ґрунтового покриву: практично зникли в результаті вітрової й водної ерозії надпотужні гумусові чорноземи. Цьому ж сприяє й те, що відвальна оранка посилює біологічне розкладання гумусу. З розвитком науково-технічного прогресу в сільському господарстві ситуація зовсім не покращала: посилення механічного й хімічного впливу на ґрунт призвело до агрофізичної деградації. Це виявилось у погіршенні структури ґрунту, зменшенні водопроникності й польової вологості: за холодний період року у ґрунті зараз запасів вологи на гектарі в метровому шарі на 600–660 м³ менше, ніж відразу після оранки, наприклад, цілинного степу. І дотепер людина ще не усвідомила, що втрата ґрунту – основної складової природних систем – призводить до посилення екологічної кризи (забруднення навколишнього середовища й опустелювання територій) і, як наслідок, дестабілізації сільського господарства [21–23].

Тому для збереження природної родючості ґрунтів необхідно розвивати нові технології на основі мінімізації таких операцій, як основний обробіток, культивування, посів, внесення добрив і пестицидів тощо [11].

Отже, система обробітку ґрунту повинна не тільки створювати сприятливі умови для росту та розвитку культурних рослин, підвищувати родючість ґрунту, бути енергозберігаючою і ґрунтозахисною, але й забезпечувати високу протибур'янову ефективність, максимальну можливість саморегулювання

агрофітоценозів у напрямі зниження забур'яненості [17–20].

Упродовж останніх десятиріч серед науковців і практиків обговорюються питання щодо переваг альтернативних способів обробітку ґрунту: обертати чи не обертати оброблювальний шар, чи їх поєднувати. Один з показників оцінки цих способів – протибур'янова ефективність. Більшість учених відмічає збільшення забур'яненості посівів за умови обробітку ґрунту без обертання пласта [7, 8, 11], а деякі сумніваються в необхідності його перевертання. Альтернативу вбачаємо в частковій або повній заміні полицевих обробітків різноглибинним безполицевим розпушуванням у сівозміні [15].

Метою нашого дослідження є визначити ефективність різних способів основного обробітку ґрунту (полицевого, плоскорізного й поверхневого) під кукурудзу на зерно за агротехнічними й економічними показниками.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні *завдання*: визначити вплив видів основного обробітку ґрунту на елементи структури врожаю кукурудзи та урожайність її зерна; визначити економічну ефективність різних способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно.

Матеріали і методи досліджень

Ґрунт земельної ділянки, де проводилося дослідження, належить до чорнозему типового малогумусного. В орному шарі міститься гумусу – 4,85 %, ємність поглинання – 33,0–35,0 мг-екв. на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину слабокисла, рН сольової витяжки 6,3, азоту 5,44–8,10 мг, рухомого фосфору 10–15 мг рухомого фосфору, калію 16–20 мг на 100 г ґрунту.

Характеристика зразка гібриду кукурудзи Дельфін: простий середньоранній гібрид (ФАО 190); висота рослини – 260–270 см; висота прикріплення качана – 110 см; кількість листків на стеблі – 15–16; напівверкетоїдне розміщення листків відносно стебла. Качан: слабokonусної форми, рядів зерен – 14, легкий для обмолоту, вихід зерна 84 %. Зерно: зубоподібне, жовтого кольору, маса 1000 зерен – 280 г. Потенціал врожайності: 116 ц/га. Якість зерна: вміст білка – 10,2 %, крохмалю – 75,2 %. Стійкість: стійкість до вилягання – висока (8 балів), стійкість до поникання качанів – висока (7 балів), стійкість до пухирчастої та летючої сажки, стеблових гнилей – висока (8 балів), холодостійкість – висока (7 балів). Стійкий до фузаріозу. Оптимальна густота посіву: Полісся – від 78 до 90 тис. зерен на га; Лісостеп – від 70 до 85 тис. зерен на га; Степ – від 55 до 70 тис. зерен на га. Особливості гібрида: швидко віддає вологу при дозріванні (7 балів). Ремонтантний. Рекомендований для Полісся, Лісостепу та Степу.

Дослідом передбачено такі варіанти основного обробітку ґрунту:

- I – полицевий;
- II – плоскорізний;
- III – поверхневий.

Відбір зразків рослин та фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проводили згідно з методикою досліджень кукурудзи, розробленою Інститутом зернового господарства НААНУ.

Показники структури врожайності посівів оцінювали за методиками Держкомісії з державного сорто випробування сільськогосподарських культур Н. А. Майсuryяна. Врожайність визначали шляхом прямого комбайнування з перерахунком на стовідсоткову чистоту та стандартну (базисну) вологість.

Показники якості зерна визначали за методиками чинних державних стандартів. Зокрема, масу 1000 зерен визначали за формулою:

$$M = \frac{m * (100 - w)}{100},$$

де m – маса зерна за фактичної вологості, г;

w – вологість зерна, %.

Для статистичної обробки результатів досліджень використовували методи кореляційного, регресійного та дисперсійного аналізу.

Статистична обробка результатів експерименту проводилася за допомогою програми STATISTICA 7.0, а також за допомогою розроблених електронних журналів і таблиць первинної обробки даних експерименту.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Результати досліджень та їх обговорення

Індивідуальна продуктивність рослин визначалася у фазі повної стиглості в усіх варіантах дослід у двох несуміжних повтореннях шляхом підрахунку кількості початків на 100 рослин, з визначенням відсотку рослин без початків, з одним та двома розвиненими початками. В табл. 1 подано характеристику елементів продуктивності кукурудзи при різних способах основного обробітку ґрунту.

1. Вплив способів основного обробітку ґрунту на елементи структури урожаю кукурудзи, 2018–2019 рр.

Показники	Полицевий		Середнє	Плоскорізнний		Середнє	Поверхневий		Середнє
	2018 р.	2019 р.		2018 р.	2019 р.		2018 р.	2019 р.	
Кількість початків на 100 рослин, шт.	118	100	109	110	100	105	104	98	101
Маса зерна з 1 рослини, г	152	130	141	148	130	139	118	104	111
Маса зерна з 1 м ² , г	982	850	916	925	881	903	753	697	725
Маса 1000 зерен, г	200	170	185	191	169	180	182	168	175
Вихід зерна з початку, %	85,0	79,0	82,0	84,1	80,3	82,2	82,0	76,0	79,0

Як свідчать дані табл. 1, найменша кількість початків на 100 рослин відмічена у варіанті при поверхневому обробітку ґрунту – 101 шт. За таким показником, як маса зерна з однієї рослини, маса 1000 зерен, всі варіанти дослідів відрізнялися. За масою зерна з 1 м² цей показник був найвищим (916 г) при полицевому обробітку ґрунту, а найнижчим (725 г) – при поверхневому. Така різниця в масі зерна спричинена густотою рослин перед збиранням.

Показник маси початку з зерном був найнижчим при поверхневому способі обробітку ґрунту за рахунок зменшення площі живлення рослин.

Одним з основних завдань наших досліджень було виявити вплив різних способів основного обробітку ґрунту на урожайність кукурудзи на зерно. Для цього з кожної ділянки польового дослідів було проведено облік урожайності зерна кукурудзи в перерахунок на вологість 14 %.

Проаналізувавши вплив основного обробітку ґрунту на урожайність гібриду кукурудзи (табл. 2), можна сказати, що цей фактор істотно впливає на показник урожайності з 1 га. Урожайність зерна у варіантах з полицевим обробітком була вища, ніж при поверхневому способі обробітку ґрунту на 16,1 ц/га, тобто на 17 %. Показник врожайності у варіанті з плоскорізнним обробітком займає проміжне місце, на рівні 86,1 ц/га.

2. Урожайність кукурудзи залежно від способів основного обробітку ґрунту, ц/га

Варіанти дослідів	Повторення		Середнє значення
	2018 р.	2019 р.	
Полицевий (ПЛН-5-35)	105,4	83	94,2
Плоскорізнний (КПГ-250)	90,9	81,3	86,1
Поверхневий (ЧКУ-4)	79,9	76,3	78,1
НІР _{0,05}	-	-	-

Вміст білка (табл. 3) за умови оранки становив 9,065 %, а за мілкого обробітку – 9,305 %. Відповідно він був найвищим при обох способах основного обробітку ґрунту. За роками досліджень найвищі показники вмісту білка були в несприятливому за гідротермічним режимом 2019 р., саме цього року врожайність зерна виявилася найменшою.

3. Вміст білка кукурудзи залежно від способів основного обробітку ґрунту (з розрахунку на 100 г маси)

Варіанти дослідів	Вміст, %		Середнє значення
	2018 р.	2019 р.	
Полицевий (ПЛН-5-35)	8,27	9,86	9,065
Плоскорізнний (КПГ-250)	8,35	9,91	9,130
Поверхневий (ЧКУ-4)	8,48	10,13	9,305
НІР _{0,05}	-	-	-

Суттєве зниження урожайності при поверхневому обробітку ґрунту свідчить про те, що верхній шар ґрунту пересихав швидше, ніж ті, які розміщені нижче. А саме у верхньому шарі знаходиться найбільше поживних речовин, кількість яких зменшується по мірі заглиблення. При полицевому обробітку поживні речовини від розкладання поживних решток і внесених добрив рівномірно розподіляються по всьому орному шару. Отже, і коренева система розвивається відповідно до наявності поживних речовин і використовує їх більш раціонально, ніж у посушливі роки.

Основним показником економічної ефективності вирощування кукурудзи на зерно є сума прибутку від реалізації продукції. Остання залежить від розміру виручки та витрат, пов'язаних з виробництвом і реалізацією зерна кукурудзи. На прибуток підприємств різних форм власності суттєво впливає ціна реалізації, а також обсяг товарної продукції.

Необхідність економічного обґрунтування результатів досліджень дає змогу більш повно оцінити оптимальний спосіб основного обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно.

Розрахунки проводили згідно з розробленими технологічними картами за основним обробітком ґрунту і збиранні культури в окремих варіантах. Вони є основним нормативно-плановим документом багатоцільового призначення. З допомогою технологічних карт визначаємо ліміти витрат праці та коштів за видами сільськогосподарських робіт.

Результати розрахунків економічної ефективності трьох способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу (полицевого, плоскорізного, поверхневого) наведено в табл.

Отже, вирощування кукурудзи найбільш економічно ефективним буде при полицевому обробітку (94,2 ц), найменш ефективним – при поверхневому обробітку (78,1 ц).

Аналізуючи дані, можна зробити висновок, що найбільш економічно доцільним є полицевий спосіб основного обробітку ґрунту. Про це свідчать: чистий дохід з 1 га, що на 3480 і 6920 грн вищий, ніж за інших способах основного обробітку ґрунту; рівень рентабельності, який склав 125 %.

4. Економічна ефективність застосування різних способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно

Показники	Поліцевий	Плоскорізний	Поверхневий
Урожайність 1 га, ц	94,2	86,1	78,1
Вартість продукції з 1 га, грн	40506	37023	33583
Затрати праці, люд.-год.:			
на 1 га	8,27	8,27	8,01
на 1 ц	0,09	0,1	0,1
Виробничі затрати на 1 га, грн	17945,9	17955,9	17942,1
Собівартість 1 ц, грн	190,6	208,5	229,7
Чистий дохід з 1 га, грн	22551,1	19067,1	15640,9
Рівень рентабельності, %	125,6	106,1	87,1

Отже, проведені розрахунки економічної ефективності різних способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно доводять доцільність полицевого обробітку, що за умови дотримання відповідної агротехніки, призводить до підвищення продуктивності цієї культури.

Висновки

Отже, за результатами досліджень способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно можна зробити такі висновки. Поверхневий обробіток на глибину 12–14 см призводить до зниження врожайності зерна кукурудзи на 16,1 ц/га проти полицевого. При плоскорізному та поверхневому обробітках ґрунту майже вдвічі збільшується забур'яненість посівів. Із застосуванням плоскорізного обробітку ґрунту забезпечується практично така ж урожайність зерна, як і при поверхневому обробітку. Аналіз економічної ефективності засвідчив, що полицевий спосіб основного обробітку ґрунту дає змогу отримати більший чистий дохід з 1 га (на 18,3 % від плоскорізного і на 44,2 % від поверхневого).

Перспективи подальших досліджень – використання таких сучасних систем землеробства, як strip-till, mini-till, no-till з метою визначення їхньої агроекономічної ефективності.

References

1. Arkhypenko, F. M., Artiushchenko, O. O., & Kukharchuk, P. I. (2006). Ahrotekhnichni zakhody pidvyshchennia produktyvnosti ta pozhyvnosti kukurudzy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 6, 15–18 [In Ukrainian].
2. Boronin, A. A. (2003). Obrabotka pochvy pod zernovye v sevooborote. *Zemledelye*, 4, 14–15 [In Russian].
3. Dalgaard, T. Hutchings, N. J., & Porter, J. R. (2003). Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 100, 39–51.
4. Demidov, A. A., Kobec, A. S., Grican, Yu. I., & Zhukov, A. V. (2013). *Prostranstvennaya agroekologiya i rekultivaciya zemel : monografiya*. Dnepropetrovsk: Svidler A. L., 2013. doi: 10.13140/RG.2.1.5175.5040 [In Russian].
5. Elmesov, A. (2006). Produktivnost kukuruzy v zavisimosti ot posleposevnoj obrabotki pochvy. *Zernovoe Hozyajstvo*, 5, 26–27 [In Russian].
6. Filipov, H. L., Romanenko, S. V., & Filipov, L. H. (2005). Teoretychne obgruntuvannia vyroshchuvannia vysokikh urozhai v kukurudzy v suchasnykh umovakh. *Khraneny y Pererabotka Zerna*, 12, 51–53 [In Ukrainian].
7. Fomyn, A. (2001). Dlya vzdelyvaniya kukuruzy. Prakticheskie sovety. *Zashita i Karantin Rastenij*, 6, 37–38 [In Russian].
8. Hryshyn, O. M. (2006). Alternatyvna tekhnolohiia vyroshchuvannia kukurudzy ta inshykh prosapnykh kultur v suchasnykh umovakh. *Khraneny y Pererabotka Zerna*, 3, 21–24 [In Ukrainian].
9. Iakunin, O. P., & Zavertoliuk, V. F. (2002). Rezervy pidvyshchennia urozhainosti ta ekonomiko-enerhetychna efektyvnist vyrobnytstva zerna kukurudzy. *Khraneny y Pererabotka Zerna*, 4, 28–30 [In Ukrainian].
10. Iakunin, O., & Zavertoliuk, V. (2004). Optyimizatsiia elementiv sortovoi ahrotekhniki – osnova oderzhannia vysokikh vrozhaiv zerna kukurudzy. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, 2, 13–16 [In Ukrainian].
11. Kravchenko, R. V. (2007). Osnovnye pochvosberegayushie obrabotki pochvy pod kukuruzy. *Ahrarna Nauka*, 6, 9–10 [In Russian].
12. Kukharchuk, P. I., & Voitovyk, M. V. (2002). Tekhnolohichni aspekty pidvyshchennia urozhainosti zerna kukurudzy. *Visnyk PDAA*, 1 (20), 15–19 [In Ukrainian].
13. Kyslov, A. V. (2003). Vazhki ahrotekhnichni rekomendatsii dlia orendaria. *Zemlerobstvo*, 5, 15–16 [In Ukrainian].
14. Paryd, I. A., Shevchenko, M. S., Horbatenko, A. I., & Horobets, A. H. (2004). Minimalizatsiia obrobitku gruntu pry vyroshchuvanni silskohospodarskykh kultur. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 4, 11–14 [In Ukrainian].
15. Shevchenko, M. (2006). Minimizuemo obrobitok gruntu. Shcho maiemo? Kukurudza. *Fermerske Hospodarstvo*, 47, 13 [In Ukrainian].
16. Shevchenko, M. V. (2008). Systemy obrobitku gruntu. *Zemlerobstvo*, 80, 33–39 [In Ukrainian].
17. Stepanenko, T. (2004). Kukurudza. *Propozytsiia*, 5, 20–23 [In Ukrainian].
18. Tanchyk, S. P. (2003). Osnovnyi obrobitok gruntu pid kukurudzu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 1, 28–33 [In Ukrainian].
19. Tsova, Yu. A. (2016). Dyskryminantnyi analiz ahroekolohichnoho vplyvu sposobiv mekhanichnoho obrobitku gruntu. *Visnyk PDAA*, 3, 94–100. doi: 10.31210/visnyk2016.03.21 [In Ukrainian].
20. Tsova, Yu. A. (2017). Otsinka vplyvu sposobiv mekhanichnoho obrobitku gruntu za pokaznykamy struktury urozhainosti kukurudzy. *Visnyk ZhNAEU*, 1 (58), 363–374 [In Ukrainian].
21. Yasnolob, I. O., Chayka, T. O., Galych, O. A., Kolodii, O. S., Moroz, S. E., Protsiuk, N. Y., & Lotych, I. I. (2019). Stimulating the increasing of natural soil fertility: economic and environmental aspects. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (3), 267–271. doi: 10.15421/2019_89.
22. Yasnolob, I. O., Chayka, T. O., Gorb, O. O., Shvedenko, P. Yu., Protas, N. M., & Tereshchenko, I. O. (2017). Intellectual Rent in the Context of the Ecological, Social, and Economic Development of the Agrarian Sector of Economics. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 7 (23), 1442–1450. doi: 10.14505/jemt.v8.7(23).13.
23. Yasnolob, I. O., Pysarenko, V. M., Chayka, T. O., Gorb, O. O., Pestsova-Svitalka, O. S., Kononenko, Zh. A., & Pomaz, O. M. (2018). Ecologization of tillage methods with the aim of soil fertility improvement. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 280–286. doi: 10.15421/2018_339.

24. Zhanabekova, E. Y. (2003). Osobennosti obrabotki pochvy pod kukuruzu. *Zashchyta y Karantyn Rasteniy*, 11, 26–27 [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 25.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Тараненко С. В., Чайка Т. О., Тюпка Я. М. Агроекономічна ефективність різних способів основно-го обробітку ґрунту на посівах кукурудзи. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 66–72.

© Тараненко Сергій Володимирович, Чайка Тетяна Олександрівна,
Тюпка Ярослав Миколайович, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>



original article | UDC: 633.111.1+547.96+581.14 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.09

EVALUATION OF THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF WINTER WHEAT PHYTOLECTINS

S. V. Pospelov,

ORCID ID: [0000-0003-0433-2996](https://orcid.org/0000-0003-0433-2996), E-mail: sergii.pospelov@pdaa.edu.ua,
Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

L. V. Chebotarivova,

ORCID ID: [0000-0001-7152-5259](https://orcid.org/0000-0001-7152-5259), E-mail: ch_ludmila07@ukr.net,
Vasyl Krichevsky Poltava Local Lore Museum, 2, Konstitutsii str., Poltava, 36020, Ukraine

G. D. Pospelova,

ORCID ID: [0000-0002-8030-1166](https://orcid.org/0000-0002-8030-1166), E-mail: ganna.pospelova@pdaa.edu.ua,

A. O. Kornienko,

E-mail: annakornienko1995@gmail.com,
Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

As a result of experiments it was established that, besides other protein compounds, winter wheat (*Triticum aestivum* L.) contains lectins, which are able to bind reversibly to carbohydrates, oligosaccharides and polysaccharides. Their role at all levels of the living organism organization, communication and signalling processes is proved. Winter wheat phytolectins are involved in the processes of pathogenesis, interaction with free-living nitrogen-fixing bacteria, response to stresses of various nature, etc. In our current research, phytolectins were isolated from winter wheat in the phase of full ripeness (seeds, straw, and chaff) and evaluated by bio-testing system (germinating watercress seeds) for biological activity in the concentration range of $1.0\text{--}10^{-12}$ %. As a source of lectin samples, Tsarychanka, Ukrainka Poltavska and Karmeliuk winter wheat varieties were used (bred at Poltava State Agrarian Academy). Evaluation of lectins in seeds revealed a high biological activity of substances in Ukrainka Poltavska variety. Growth stimulation in the test samples in a range of 9.4–57.5 % (relatively to the control) was observed at all dilutions. At lectin concentrations of $1.0\text{--}10^{-8}$ % (Karmeliuk variety), watercress root growth inhibition by -2.5– -51.3 % was observed in comparison with the control. The highest inhibition was at dilutions of 0.1–0.01 %. Subsequent diluting to concentrations of $10^{-9}\text{--}10^{-10}$ % stimulated the growth of the tested object, up to 37 %. Phytolectins of Tsarychanka grains affected the test samples equally at any concentration. At the concentrations of $10^{-4}\text{--}10^{-7}$ %, root growth activity was the highest (+19.6–80.5 % in comparison with the control). Phytolectins that were isolated from straw of Ukrainka Poltavska and Tsarychanka varieties both stimulated (+4.1–51.5 %) and inhibited (-1.9 – -33.0 %) watercress root growth, depending on the concentration. Straw proteins of Karmeliuk variety actively stimulated the growth of the test system (+18.2–127.8 % to the control), but inhibited the growth at concentrations of $10^{-2}\text{--}10^{-4}$ % (-11.6– -69.9% to the control). Lectins isolated from chaff of Ukrainka Poltavska variety caused inhibiting the growth up to -4.8– -40.3 % at most concentration levels. Another activity was observed while testing Tsarychanka chaff lectins. At concentration levels of $10^{-1}\text{--}10^{-4}$ % stimulation of the watercress root growth was up to 30.4–67.9 %, but at further diluting we observed inhibition up to -5.4– -30.3 %. At almost all concentrations ($10^{-2}\text{--}10^{-12}$ %) of Karmeliuk variety chaff agglutinins, the root growth of the watercress was stimulated to 30.1–98.9 %, comparing to the control. Our study confirms high biological activity of winter wheat phytolectins, their variety specificity. It is important to note that the high activity of substances contained in straw and chaff performs a stimulating function of winter wheat phytolectins.

Keywords: winter wheat, *Triticum aestivum* L. lectins, biological activity, bio-testing.

ОЦІНКА БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ФІТОЛЕКТИНІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

С. В. Поспелов,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Л. В. Чеботарьова,

Полтавський краєзнавчий музей імені Василя Кричевського, м. Полтава, Україна

Г. Д. Поспелова, А. О. Корнієнко,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У результаті експериментів було встановлено, що фітолектини, виділені з пшениці озимої у фазі повної стиглості (насіння, солома, полова) мають біологічну активність. Біотестування проводили шляхом проростання насіння крес-салату в діапазоні розведення сполук $1,0-10^{-12}$ %. Були досліджені сорти селекції Полтавської державної аграрної академії Царичанка, Українка полтавська і Кармелюк. Тестування лектинів насіння свідчить про найбільшу біологічну активність речовин сорту Українка Полтавська. В усіх розведеннях спостерігалась стимуляція тест-об'єкту на 9,4–57,5 % відносно контролю. В концентраціях $1,0-10^{-8}$ % лектини зернівки сорту Кармелюк пригнічували ріст коренів крес-салату на -2,5– -51,3 % до контролю, особливо в концентраціях 0,1–0,01 %. При тестуванні лектинів зернівок сорту Царичанка активність росту коренів була найвищою в досліді (+19,6–80,5 % до контролю) в розведенні $10^{-4}-10^{-7}$ %. Фітолектини, виділені із соломи сортів Українка полтавська і Царичанка залежно від концентрації як стимулювали (+4,1–51,5 %), так і гальмували (-1,9– -33,0 %) ріст коренів крес-салату відносно контролю, а сорту Кармелюк більшою мірою активно стимулювали тест систему (+18,2–127,8 % до контролю). Лектини, виділені з полови сорту Українка полтавська, у переважній концентрації викликали пригнічення росту біотесту до -4,8– -40,3 %. При тестуванні лектинів полови сорту Царичанка в концентраціях $10^{-1}-10^{-4}$ % була стимуляція росту коренів крес-салату до 30,4–67,9 %, а при подальших розведеннях – пригнічення до -5,4– -30,3 %. Майже в усіх вивчених концентраціях ($10^{-2}-10^{-12}$ %) аглютиніни полови сорту Кармелюк стимулювали ріст коренів тестової культури до 30,1–98,9 % до контролю. Дослідження підтверджують високу біологічну активність фітолектинів пшениці озимої, їхню сортову специфічність.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, *Triticum aestivum* L., лектини, біологічна активність, біотестування.

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ФИТОЛЕКТИНОВ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ

С. В. Поспелов,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Л. В. Чеботарева,

Полтавский краеведческий музей имени Василя Кричевского, Полтава, Украина

А. Д. Поспелова, А. О. Корниенко,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В результате экспериментов было установлено, что фитолектины, выделенные из пшеницы озимой в фазе полной спелости (семена, солома, полова) обладают биологической активностью. Биотестирование проводили путем проращивания семян кресс-салата в диапазоне разведений лектинов $1,0-10^{-12}$ %. Были исследованы сорта селекции Полтавской государственной аграрной академии Царичанка, Украинка полтавская и Кармелюк. Тестирование лектинов семян свидетельствует о наибольшей биологической активности соединений сорта Украинка Полтавская (стимуляция на 9,4–57,5 % к контролю). В концентрациях $1,0-10^{-8}$ % лектины зерновки сорта Кармелюк подавляли рост корней кресс-салата на -2,5– -51,3 % к контролю в концентрациях 0,1–0,01 %. При тестировании лектинов зерновок сорта Царичанка активность роста корней была самой высокой в опыте (+19,6–80,5 % к контролю) в разведении $10^{-4}-10^{-7}$ %. Фитолектины, выделенные из соломы сортов Украинка полтавская и Царичанка в зависимости от концентрации как стимулировали (+4,1–51,5 %), так и тормозили (-1,9– -33,0 %) рост корней кресс-салата относительно контроля, а сорта Кармелюк в большей степени активно стимулировали тест систему (+18,2–127,8 % к контролю). Лектины полови сорта Украинка Полтавская в большинстве концентраций подавляли рост биотеста на -4,8– -40,3 %, сорта Царичан-

ка в концентрациях 10^{-1} - 10^{-4} % стимулировали тест на 30,4–67,9 %, а при дальнейших разведениях – подавляли. Почти во всех изученных концентрациях агглютинины половы сорта Кармелюк стимулировали рост корней кресс-салата на 30,1–98,9 % к контролю. Исследования подтверждают высокую биологическую активность фитолектинив пшеницы озимой, их сортовую специфичность.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, *Triticum aestivum* L. лектины, биологическая активность, биотестирование.

Вступ

Фітолектини – широко поширені в природі білки, відмінною особливістю яких є здатність зворотно і вибірково зв'язувати вуглеводи, не спричиняючи їх хімічного перетворення [7]. У злакових поширені лектини, що зв'язують N-ацетил-D-глюкозамін і хітинові олігосахариди, вони можуть бути або чистими білками (види роду *Triticum* L., *Secale cereale* L., *Oryza sativa* L.), або глікопротеїнами, де вміст вуглеводів досягає 30–50 % [15]. Доведено, що лектини пшениці беруть участь у багатьох фізіологічних і сигнальних процесах у рослинах [2, 10, 17], деякі з них розглянуто нижче.

Патогенез. Встановлено, що первинною речовиною, що відповідає за процес розпізнавання чужого агенту, його зв'язування, попередження або уповільнення процесу інфікування, є лектини [20]. Їхня дія здійснюється поетапно: вони зв'язують молекули поверхні патогену, блокуючи його доступ всередину клітини; зміцнюють клітинну стінку рослини; сприймають і передають сигнал активування синтезу цих та інших стресових білків. Важливою особливістю аглютинину зародків пшениці (АЗП) є те, що він екскретується коренями в місця найбільшого скопичення мікробів [5].

Доведено, що лектини сприяють формуванню стійкості рослин до ураження мікроорганізмами аналогічно імунній системі імунокомпетентних організмів. Вони фіксують фітопатогени, а інфекційний процес починає розвиватися у разі порушення цієї «лінії захисту» [9]. Водночас вивчення лектинової активності проростків озимої пшениці при інфікуванні показало, що її зміни можуть бути неспецифічною відповіддю рослин на дію патогена [16].

Лектини рослин мають фунгітоксичну активність стосовно певних видів фітопатогенних грибів. Зокрема встановлено, що АЗП по-різному пригнічували ріст грибів *Fusarium* і бактерій *Erwinia*, але не впливали на ріст *Alternaria* sp. Доведено, що АЗП виявляє токсичну дію на проростання спор *Phytophthora infestans* і *Pseudoperonospora cubensis*, але не має фунгітоксичної активності стосовно *Alternaria* sp. і може стимулювати ріст бактерій *Erwinia*. При цьому ефект фунгітоксичної дії лектинів визначається їхньою концентрацією [4].

Азотфіксація. З'ясовано, що АЗП взаємодіє з вільноживучими азотфіксаторами родів *Azotobacter*, *Spirillum* і *Azospirillum*. Для *Azospirillum brasilense*, наприклад, АЗП слугує сигналом, що змінює метаболізм бактерії в напрямку, сприятливому для росту й розвитку рослини-хазяїна. Клітинна відповідь азоспірили на лектин пшениці є плейотропним. При цьому рівень АЗП у рослин залежить від низки умов і є одним з факторів, що відповідає за варіабельність результатів інокуляції пшениці вільноживучими азотфіксаторами [1]. Було показано, що додавання АЗП спричинило посилення біосинтетичних процесів у клітинах *Azospirillum brasilense*: втричі збільшувався загальний вміст білка [19].

Абіотичний захист. Функції лектинів не обмежуються участю в міжклітинних взаємодіях і захисті рослин від біотичних стресорів. Останніми десятиліттями з'явилися дані щодо участі лектинів у реакціях рослин на несприятливі умови зовнішнього середовища, показана зміна лектинової активності при різних абіотичних стресах [15, 18]. При цьому вивчення властивостей і розподіл лектинів у мембранних структурах рослинної клітини може сприяти з'ясуванню їх фізіологічної ролі. Підвищується гемаглютинуюча активність лектинів при: пораненні, дії низьких температур, осмотичного шоку та посухи, засоленні середовища, дефіциті вологи, при раневому стресі, спостерігається кріопротекторний ефект галактозоспецифічних лектинів пшениці [15].

Перебування рослин озимої пшениці протягом семи днів в умовах низької температури (2 °C), що забезпечує розвиток її морозостійкості, спричинило підвищення активності лектинів і зміну їх вуглеводної специфічності. Вірогідно, ці білки беруть участь у процесах, що формують стійкість рослин до низьких температур [15]. Причому зміни в білковому спектрі й вуглеводній специфічності лектинів клітинної стінки рослин відбуваються вже в початковий період дії низької температури. Це дає змогу припустити участь лектинів клітинної стінки в механізмах формування морозостійкості в перші години охолодження [10]. Висока температура викликала збільшення вмісту АБК з подальшим сильним підвищенням рівня АЗП в клітинах каллюса пшениці [15].

Отже, фітолектини представників роду *Triticum* L. мають широкий спектр фізіологічних функцій. Варто зазначити, що поглиблюються дослідження складу, властивостей лектинів пшениці на сортовому рівні [12–14]. Водночас дослідження екзогенної дії фітолектинів пшениці тільки починає вивчатися, але це є перспективним напрямом регулювання онтогенезу рослин та теоретичною основою для створення нових біопрепаратів, що можуть знайти застосування насамперед в органічному виробництві сільськогосподарської продукції. Речовини рослинного походження як стимулятори, природні фунгіциди та інсектициди зараз інтенсивно вивчаються, що свідчить про активний пошук нових технологій агровиробництва [6, 8].

Метою проведення досліджень є вивчення біологічної активності фітолектинів пшениці озимої сортів селекції Полтавської державної аграрної академії (далі – ПДАА). Під час проведення дослідів передбачалось таке завдання: встановити в системі біотестів біологічну активність фітолектинів, виділених з рослин пшениці озимої сортів Царичанка, Українка Полтавська і Кармелюк у фазі повної стиглості.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження були здійснені 2016–2018 рр. в умовах лабораторії кафедри землеробства й агрохімії імені В. І. Сазанова ПДАА. Для виділення лектинів використовували повітряно-сухі зразки пшениці озимої м'якої (*Triticum aestivum* L.) сортів Царичанка, Українка Полтавська і Кармелюк селекції ПДАА, відібрані у фазу повної стиглості на дослідному полі навчально-виробничого підрозділу з селекції та насінництва ПДАА. Виділення лектинів проводили шляхом кислотного гідролізу рослинних зразків та подальшого низькотемпературного етанольного фракціонування [11, 14].

Біологічну активність лектинів визначали методом біотестування [3]. Згідно з методикою насіння крес-салату заливали водою, ставили на пророщування і на наступну добу насіння, що поключилися, розкладали по чашкам Петрі. В кожену чашку поміщали 20 пророслих насінин і доливали 5 мл розчину, який досліджувався. Лектини розводили послідовно дистильованою водою 1 : 10. Таким чином готувались розведення екстракту від 1,0 % до 10^{-12} %. Через добу виміряли довжину корінців крес-салату в кожному варіанті та визначали середнє значення. Для того, щоб визначити відносну біологічну активність лектинів, їх активність у досліді порівнювали з активністю в контролі (дистильована вода). Статистичну обробку даних проводили за допомогою прикладного пакету MS Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження Л. В. Чеботарьової та С. В. Поспелова свідчать, що фітолектини високої активності містяться не тільки в зернівках пшениці озимої, але й у побічній продукції – соломі та полові [11]. Цей факт заслуговує на особливу увагу, тому що вони знаходять широке застосування в сільському господарстві, починаючи з тваринництва і закінчуючи внесенням у ґрунт як органічне добриво. Крім того, варто враховувати, що солома є об'єктом біоконверсії. Саме тому постає питання про екологічне значення фітолектинів соломи й полові пшениці озимої в колообігу речовин.

У дослідженнях ми виділяли лектини з розмеленого насіння, тому властивості фітолектинів мали сортову специфіку, що і представлено у цій роботі. На рисунку 1 представлено результати дослідів з оцінювання біологічної активності лектинів, виділених із зернівок сорту Українка Полтавська.



Рис. 1. Біологічна активність лектинів зернівки пшениці озимої сорту Українка Полтавська в системі біотесту залежно від концентрації

Потрібно зазначити, що тільки в концентрації 1,0 % речовини слабо гальмували паростки крес-салату (на 6,7 %). А в таких концентраціях з 10^{-1} % до 10^{-12} % лектини проявляли позитивну активність по відношенню до тестової культури на 9,4–57,5 % до контролю. Найбільша активність відзначалась у концентрації 10^{-6} %.

Біологічна активність фітолектинів зернівок сорту Царичанка не мала чіткої закономірності залежно від концентрації речовини (рис. 2). У розведеннях 1,0–0,1 % спостерігалася стимуляція (на 13,8–22,9 % до контролю). При подальших розведеннях (10^{-2} – 10^{-9} %) відмічалось гальмування на 3,2–23,1 %. При тестуванні лектинів у концентраціях 10^{-4} – 10^{-7} % активність росту коренів була вищою за контроль на 19,6–80,5 %. При подальших розведеннях (10^{-8} – 10^{-9} %) відзначалося достатньо високе гальмування, на 27,1–39,6 %, а в концентраціях 10^{-10} – 10^{-12} % стимуляція відносно контролю становила 12,8–27,4 %.

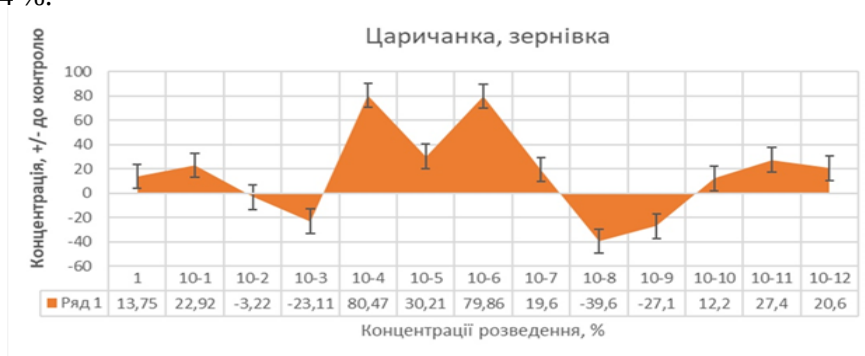


Рис. 2. Біологічна активність лектинів зернівки пшениці озимої сорту Царичанка в системі біотесту залежно від концентрації

Більш чітку залежність мала біологічна активність фітолектинів сорту Кармелюк (рис. 3). У концентраціях 1,0– 10^{-8} % лектини зернівки пригнічували ріст коренів крес-салату на -2,5– -51,3 % відносно контролю. При цьому найбільш високе інгібування спостерігалось при розведеннях 0,1–0,01 %. Подальше розведення лектинів до концентрацій 10^{-9} – 10^{-12} % спричиняли стимуляцію росту тест об'єкту, до 37 % відносно контролю.

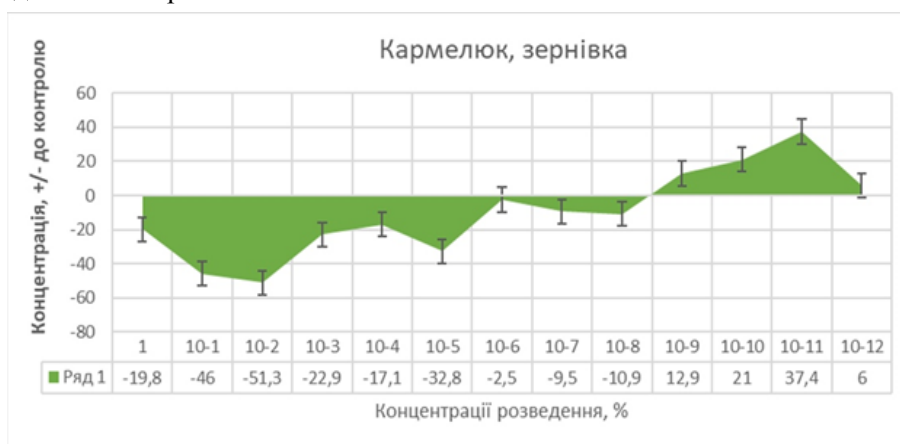


Рис. 3. Біологічна активність лектинів зернівки пшениці озимої сорту Кармелюк у системі біотесту залежно від концентрації

Побічна продукція зернових культур ніколи не вважалася джерелом біологічно активних речовин, особливо лектинів. Останні дослідження свідчать, що в соломі й полові містяться достатньо вказаних речовин, причому їх активність залежить від сорту пшениці озимої. Тому в подальших дослідках ми проводили виділення фітолектинів із побічної продукції та у подальшому оцінювали їхню біологічну активність.

Оцінка біологічної активності лектинів соломи сорту Українка Полтавська наведена на рисунку 4. В концентраціях 1,0–0,1 % спостерігалось невелике гальмування росту коренів крес-салату на

4,4–9,9 %. Аналогічна дія лектинів соломи спостерігалась і при розведеннях 10^{-5} – 10^{-10} %. При цьому пригнічування процесу росту коренів було в межах -0,6– -8,3 %.

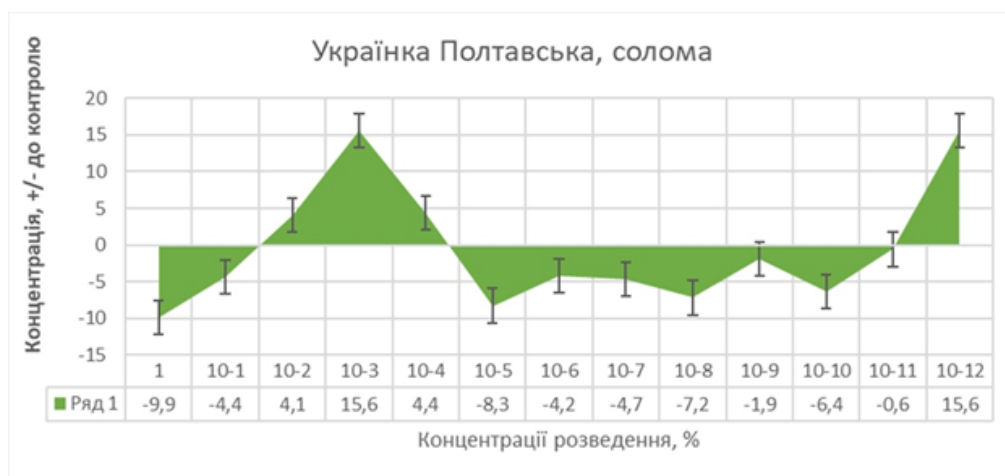


Рис. 4. Біологічна активність лектинів соломи пшениці озимої сорту Українка Полтавська в системі біотесту залежно від концентрації

У деяких розведеннях, а саме – 10^{-2} – 10^{-4} % та 10^{-12} % ми відмічали позитивну дію лектинів соломи на тест культуру, яка була більшою порівняно з гальмуванням: на +4,1–15,6 %.

Лектини соломи сорту Царичанка також мали як стимулюючу, так і гальмуючу дію залежно від розведення, що зображене на рисунку 5. Гальмування нашої тестової культури відмічалось в діапазоні концентрацій від 1 % до 10^{-7} % і становило -5,8– -33,0 % відносно контролю. Це свідчить, що навіть у високих розведеннях лектини здатні впливати на фізіологічні процеси у проростаючого насіння крес-салату. Характерно, що в наступних розведеннях реєструвалась стимуляція росту, і досить суттєва – до 31,9–42,9 %.

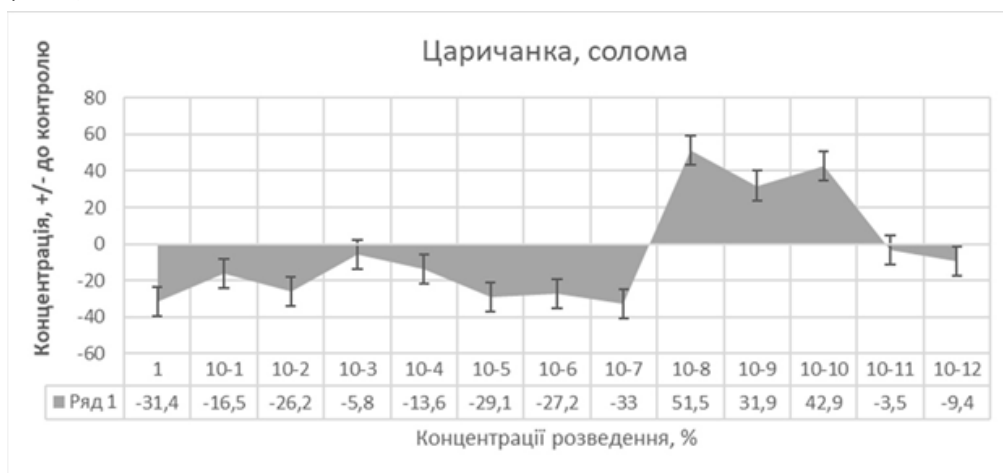


Рис. 5. Біологічна активність лектинів соломи пшениці озимої сорту Царичанка в системі біотесту залежно від концентрації

За даними тестування, лектини соломи сорту Кармелюк мали високу біологічну активність в окремих розведеннях (рис. 6). У концентраціях $1,0$ – 10^{-4} % проявлялась більше інгібуюча активність, яка досягала -70 % в концентрації 0,001 %. Водночас у подальших розведеннях розчини лектинів переважно стимулювали тестову культуру. Особливо це проявилось в концентрації 10^{-5} % – +127,8 % до контролю, та в концентрації 10^{-11} % – +115,5 %. Це свідчить про регуляторну дію лектинів на меристематичні тканини кореня крес-салату.

Можна зробити загальний висновок, що лектини показали достатньо високий рівень біологічної активності в широких межах концентрацій, навіть до 10^{-12} %. Це свідчить про те, що лектини мають властивості діяти на організм на клітинному рівні в надзвичайно великих розведеннях.

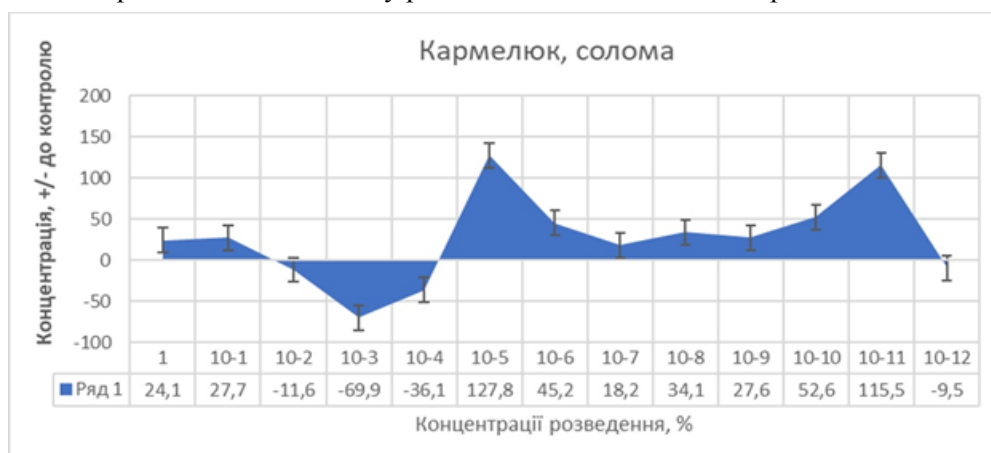


Рис. 6. Біологічна активність лектинів соломи пшениці озимої сорту Кармелюк у системі біотесту залежно від концентрації

Крім соломи, ми дослідили активність лектинів у полові. Потрібно зазначити, що ця частина решток раніше ніким не вивчалась і вважалась місцем локалізації будь-яких цінних речовин. Лектини, виділені з полови, були розведені в діапазоні концентрацій від 1 % до 10^{-12} % та оцінені на їх біологічну активність. На рисунку 7 наведені результати визначення активності лектинів полови сорту пшениці озимої Українка Полтавська.

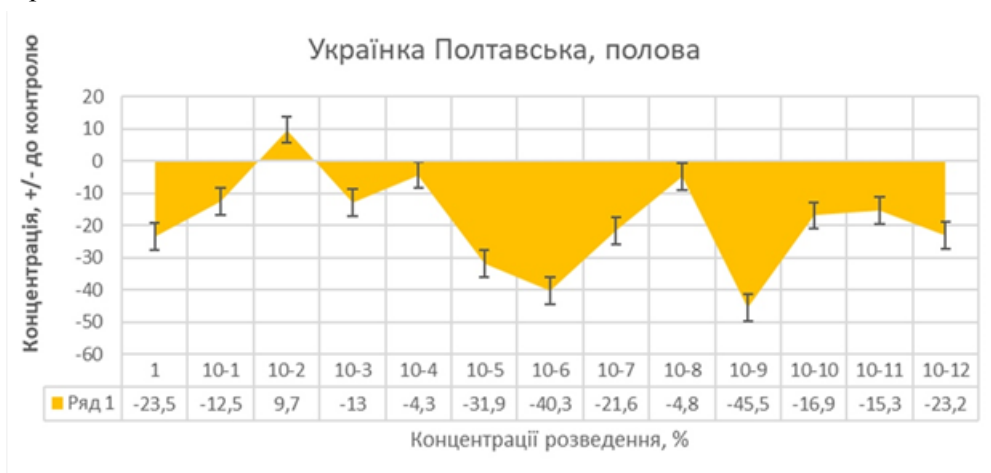


Рис. 7. Біологічна активність лектинів полови пшениці озимої сорту Українка Полтавська в системі біотесту залежно від концентрації

Можна зробити загальний висновок, що в більшості концентрацій вони проявляли гальмуючу дію на тестову культуру. Водночас у діапазоні від 1 % до 10^{-4} % вона була значно меншою (максимальне значення -23,5 %) порівняно з більш високими розведеннями. В концентраціях 10^{-5} % – 10^{-12} % пригнічення коренів крес-салату сягало 45,5 %. При цьому спостерігалось два максимуму – при концентрації 10^{-6} % та 10^{-9} %.

Вивчення біологічної активності лектинів полови сорту Царичанка свідчить, що вона була найбільшою в розведеннях 10^{-1} – 10^{-4} % і на 30,4–67,9 % стимулювала ріст коренів крес-салату (рис. 8). У подальших розведеннях спостерігалось слабе пригнічення тестової культури до максимального значення -30,2 % при розведенні 10^{-11} %. При цьому найбільша концентрація аглютинину пригнічувала ріст біотесту на -38,4 %.

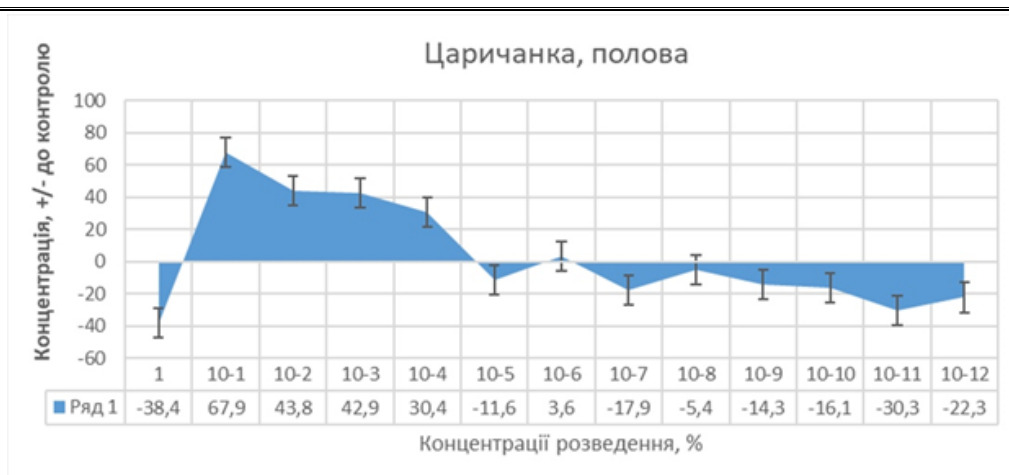


Рис. 8 Біологічна активність лектинів полови пшениці озимої сорту Царичанка в системі біотесту залежно від концентрації

Фітолектини полови сорту Кармелюк мали найбільшу позитивну біологічну активність, про що свідчать наведені на рисунку 9 результати. Лише в концентраціях 1–0.1 % спостерігалось пригнічення біотесту до -34,6 %. В усіх подальших розведеннях до 10⁻¹² % лектини мали здатність стимулювати ріст коренів крес-салату в діапазоні від 30,1 % до 98,9 %, що свідчить про високу фізіологічну активність сполук.

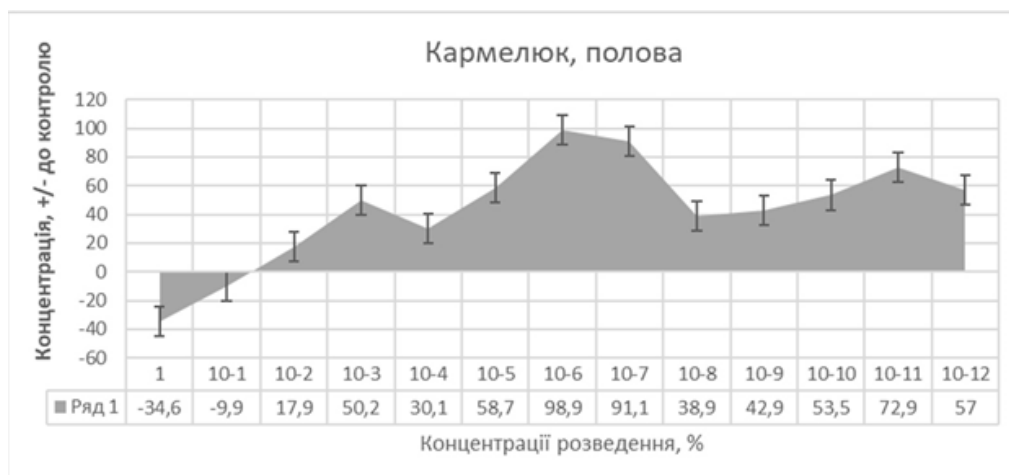


Рис. 9. Біологічна активність лектинів полови пшениці озимої сорту Кармелюк у системі біотесту залежно від концентрації

Висновки

Дослідження доводять, що лектини показали достатньо високий рівень біологічної активності в широких межах концентрацій, навіть до 10⁻¹² %. Це свідчить про те, що фітолектини мають властивості діяти на організм на клітинному рівні в надзвичайно великих розведеннях. Характерно, що активність білків змінюється залежно від фази онтогенезу та має сортову специфічність. Серед сполук, виділених з насіння, найбільшу позитивну дію на тест-культуру мали фітолектини сорту Українка Полтавська. Білкові речовини соломи сорту Кармелюк найбільш активно проявляли стимуляцію в концентраціях 10⁻⁴–10⁻¹² %. Фітолектини полови сорту Українка Полтавська в більшості варіантів пригнічували ріст коренів крес-салату, а сорту Царичанка – стимулювали. Привертає увагу висока активність сполук, що містяться в соломі та полові, що свідчить про транспортну функцію лектинів у пшениці м'якої.

Перспективи подальших досліджень. Сортowa специфічність фітолектинів пшениці озимої свідчить про їх важливу роль у фізіологічних процесах рослин на різних етапах онтогенезу, може бути перспективним напрямом сортової оцінки на ранніх етапах селекційного процесу на адаптивність до

стресових факторів. Сорти з підвищеною активністю лектинів можуть розглядатися як джерело біологічно активних речовин.

References

1. Antonjuk, L. P. (2005). Rastitel'nye lektiny kak faktory kommunikacii v simbiozah. In: V.V. Ignatov (Red.). *Molekuljarnye osnovy vzaimodejstviya asociativnyh mikroorganizmov s rastenijami*. (s.118–159). Moskva [In Russian].
2. Belava, V. N. (2010). Zakhysni reaktsii sortiv pshenytsi riznykh za stiikistiu do Pseudocercospora herpotrichoides. *Candidate's thesis*. Kyivskiy natsionalnyi universytet imeni Tarasa Shevchenka, Kyiv [In Ukrainian].
3. Grahov, V. P., Bojko, E. N. & Zaimenko, N. V. (Eds.). (2011). *Bioproby i biotesty (nezakonchennye rukopisi akademika A. M. Grodzinskogo)*. Kiev: Zolotyie vorota [In Russian].
4. Kyrychenko, O. V. & Serhiienko, V. H. (2006). Funhitoksychna aktyvnist roslynnykh lektyniv. *Fyziolohiya y Byokhymiya Kulturnikh Rasteniy*, 38 (6), 526–534 [In Ukrainian].
5. Kirichenko, E. V. (2012). Fiziologicheskie pokazateli razvitiya i produktivnost' rastenij jarovoj pshenicy pri peredposevnoj obrabotke semjan lektinom i lektin-bakterial'noj kompoziciej. *Sel'skohozhajstvennaja Biologija*, 1, 98–104 [In Russian].
6. Kulikova, O. G., Mal'cev, D. I., Kartashov, M. I., Il'ina, A. P., Jamskova, V. P. & Jamskov, I. A. (2016). Biologicheski aktivnye veshhestva belkovoij prirody s antifungal'nym i roststimulirujushhim jeffektami vydelenye iz chesnoka posevnogo (*Allium sativum* L.). *Sel'skohozhajstvennaja Biologija*, 51, 705–713 [In Russian].
7. Lutsyk, M. D., Panasiuk, E. N. & Lutsyk, A. D. (1981) *Lektyny*. Lvov: Vyscha shkola [In Ukrainian].
8. Mihajlov, A. L., Nevmerzchickaja, Ju. Ju. & Timofeeva, O. A. (2013). Steviozid kak antistressovyj reguljator rosta i razvitiya rastenij. *Izvestija Samarskogo Nauchnogo Centra Rossijskoj Akademii Nauk*, 15, (3 (5)), 1657–1661 [In Russian].
9. Nevmerzchickaja, Ju. Ju., Shajmullina, G. H. & Timofeeva, O. A. (2016). Aktivnost' lektinovykh belkov i antioksidantnykh fermentov v prorostkah pshenicy, inficirovanykh mikromicetami. *Izvestija Samarskogo Nauchnogo Centra Rossijskoj Akademii Nauk*, 18 (2), 155–158 [In Russian].
10. Pavlovskaja, N. E. & Gagarina, I. N. (2017). Funkcional'naja rol' lektinov rastenij kak predposylka dlja ih primenenija v biotekhnologii. *Himija Rastitel'nogo Syr'ja*. 1, 21–35. doi: 10.14258/jcprm.2017011298 [In Russian].
11. Pospelov, S. V. & Chebotarova, L. V. (2017). Patent Ukrainy 119537. Kyiv: Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy [In Ukrainian].
12. Starichkova, N. I., Nadkernichnaja, E. V., Krapivina, L. I., Bezverhova, N. V. & Antonjuk, L. P. (2010). Ocenka perspektivnykh sortov jarovoj pshenicy po sodержaniju lektina. *Izvestija Spratovskogo Universiteta, Ser. Himija. Biologija. Jekologija*, 10 (1), 35–40 [In Russian].
13. Hanadeeva, M. A. & Starichkova, N. I. (2017). Sozdanie nabora sortov jarovoj m'jagkoj pshenicy, rozlichajushhijhsja po priznaku «soderzhanie lektina v zerne». *Bjul. Bot. Sada Sarat. Gos. Un-ta*, 15 (3), 68–76 [In Russian].
14. Chebotariova, L. V. (2016). Sortovi osoblyvosti aktyvnosti lektyniv pshenytsi m'iaкои ozymoi (*Triticum aestivum* L.) na rannikh etapakh ontogenezu. *Sortovyvchennia ta Okhorona Prav na Sorty Roslyn*. 4 (33), 76–81. doi: 10.21498/2518-1017.4(33).2016.88689 [In Ukrainian].
15. Shakirova, F. M. & Bezrukova, M. V. (2007) Sovremennye predstavlenija o predpolagaemykh funkciyah lektinov rastenij. *Zhurn. Obshhej Biologii*, 68 (2), 98–114 [In Russian].
16. Shajmullina, G.H., Husainova, R.R., Nevmerzchickaja, Ju.Ju. & Timofeeva, O.A. (2013). Aktivnost' i sostav lektinov kletочноj stenki pshenicy pri inficirovanii gribnymi patogenami. *Izvestija Samarskogo Nauchnogo Centra Rossijskoj Akademii Nauk*, 15 (3 (5)), 1697–1700 [In Russian].
17. Cammue, B. P. A., Broekaert, W. F., Kellens, J. T. C., Raikhel, N. V., & Peumans, W. J. (1989). Stress-Induced Accumulation of Wheat Germ Agglutinin and Absciscic Acid in Roots of Wheat Seedlings. *Plant Physiology*, 91 (4), 1432–1435. doi: 10.1104/pp.91.4.1432.
18. Kyrychenko, O. V. (2015). Market analyses and microbial biopreparations creation for crop production in Ukraine. *Biotechnologia Acta*, 8 (4), 40–52. doi: 10.15407/biotech8.04.040.
19. Kyrychenko, O. V. (2019). Efficiency of soybean-rhizobium symbioses for seeds inoculated with

compositions based on *Rhizobium*, *Azotobacter* and phytolectins. *Biotechnologia*, 12 (2), 79–87. doi:10.15407/biotech12.02.079.

20. Pysmenna, Y. V., Panyuta, O. O., Taran, N. Yu. (2017) Lectin activity of different cell fractions of winter wheat seedlings under pathogenesis. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 13 (1), 45–51.

Стаття надійшла до редакції 28.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Поспєлов С. В., Чеботарьова Л. В., Поспєлова Г. Д., Корнієнко А. О. Оцінка біологічної активності фітолектинів пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 73–82.

© Поспєлов Сергій Вікторович, Чеботарьова Людмила Василівна,
Поспєлова Ганна Дмитрівна, Корнієнко Анна Олегівна, 2019



original article | UDC 628.54 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.10

USING EXPERT METHODS IN THE SYSTEM OF SOLID DOMESTIC WASTE MANAGEMENT
IN THE REGION**P. V. Pysarenko,**ORCID ID [0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X), E-mail: pysarenko@pdaa.edu.ua,**M. S. Samoilik,**ORCID ID: [0000-0003-2410-865X](https://orcid.org/0000-0003-2410-865X), E-mail: kaf.ekol.pdaa@ukr.net,**O. Yu. Dychenko,**ORCID ID: [0000-0003-0113-9998](https://orcid.org/0000-0003-0113-9998), E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net,**Yu. V. Dobrovol'ska,****O. M. Hubcheko,**

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

Considering the effectiveness of recycling, first of all, it is necessary to pay attention to the following questions in the sphere of resource preservation: the effectiveness of resource using and prevising the environmental pollution. Yearly, about 480 thousand tons (1.6 million m^3) of solid domestic wastes are formed in Poltava region, and they are disposed at 377 authorized disposal fields and dumping grounds, and 4.5 million tons of industrial wastes (200 thousand tons of them are dangerous wastes. The average level of using wastes as secondary resources in industry makes about one third (about 30 %) and domestic wastes – about 8 % of the total amount. Ferrous and non-ferrous metal wastes, high-grade waste paper, clean textile, polymer and wood wastes, waste glass are mainly used in economic turnover. The assessment of efficiency of solid domestic wastes' recycling process in Poltava region was conducted. It has been established that, first of all, the following obstacles are on the way of using wastes as secondary material resources: insufficiency and imperfection of regulatory-legal framework in the sphere of dealing with production and consumption wastes; the absence of sufficient economic stimuli for collecting and processing considerable amounts of wastes; imperfection of regulating instruments in this sector; drawbacks in the practice of collecting and disposing solid domestic wastes, which do not ensure selective collection of resource valuable fractions, suitable for repeated using; insufficient participation of the small and medium-size business in the activity connected with collecting and recycling secondary resources; imperfection of the infrastructure of collecting and recycling industrial products, which left the final using; insufficient informing business circles about the possibilities, prospects and economic attractiveness in using secondary resources. Taking into account investment insufficiency, which can be directed at conducting work connected with recycling solid domestic wastes in the regions, universal scoring methods of estimating the efficiency of domestic wastes' recycling technologies was developed. The methods will assist in selecting innovation-investment projects according to their economic and ecological importance for two cases: in the first case – for commercial implementation by business, and in the second case – for implementation with the Government support. In this aspect, the problems of attracting domestic wastes in economic turnover were determined, and economic-ecological efficiency of attracting domestic wastes in secondary consumption as a factor of resource preservation in a separate region, namely, Poltava region was substantiated.

Key words: solid domestic wastes, waste recycling, region, sustainable development, efficiency, resource valuable waste fractions.

ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ МЕТОДІВ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ СФЕРОЮ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ РЕГІОНУ

П. В. Писаренко, М. С. Самойлік, О. Ю. Диченко, Ю. В. Добровольська, О. М. Губченко,
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Розглядаючи ефективність рециклінгу, насамперед необхідно звернути увагу на такі головні питання у сфері ресурсозбереження, а саме: ефективність використання ресурсів і прогнозування забруднення навколишнього середовища. Щорічно в Полтавській області утворюється близько 480 тис. т (1,6 млн м³) твердих побутових відходів, які видаляються на 377 санкціонованих полігонах та звалищах твердих побутових відходів та 4,5 млн т промислових відходів (з них 200 тис. т – небезпечні відходи). Середній рівень використання відходів як вторинних ресурсів у промисловості складає третину (близько 30 %), а побутових відходів – близько 8 % від загальної маси. У господарський обіг залучають переважно лом і відходи чорних і кольорових металів, високосортні марки макулатури, чисті текстильні, полімерні й деревні відходи, склобій. У роботі оцінено ефективність процесу рециклінгу твердих побутових відходів на прикладі Полтавської області. Встановлено, що перешкодами на шляху використання відходів як вторинних матеріальних ресурсів передусім є такі: недостатність та недосконалість законодавчої й нормативно-правової бази у сфері поводження з відходами виробництва і споживання; відсутність достатніх економічних стимулів для збору й переробки великої маси відходів; недосконалість інструментів регулювання в цій галузі; недоопрацьованість практики збору й видалення твердих побутових відходів, яка не передбачає селективний збір ресурсоцінних фракцій, придатних для повторного використання; недостатня участь малого й середнього бізнесу у сфері діяльності зі збору й переробки вторинних ресурсів; недосконалість інфраструктури збору й переробки промислової продукції, термін використання якої вийшов; недостатнє інформаційне забезпечення підприємницької спільноти щодо можливостей, перспективи й економічної привабливості роботи у сфері використання вторресурсів. Зважаючи на обмеженість інвестицій у регіонах, які можуть бути направлені на проведення робіт з рециклінгу твердих побутових відходів, розроблено універсальну бальну методику оцінки ефективності технологій рециклінгу побутових відходів для відбору інноваційно-інвестиційних проєктів за їхньою економічною й екологічною значущістю для двох варіантів подальшої діяльності, а саме: у першому варіанті для комерційної реалізації силами бізнесу, у другому – для реалізації з державною підтримкою. У цьому аспекті визначені проблеми залучення побутових відходів у господарський обіг та обґрунтовано економіко-екологічну ефективність залучення побутових відходів у вторинне споживання як фактору ресурсозбереження на прикладі окремого регіону, а саме Полтавської області.

Ключові слова: *тверді побутові відходи, рециклінг відходів, регіон, сталий розвиток, ефективність, ресурсоцінні фракції відходів.*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ МЕТОДОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ СФЕРОЙ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ РЕГИОНА

П. В. Писаренко, М. С. Самойлик, О. Ю. Дыченко, Ю. В. Добровольская, О. Н. Губченко,
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Учитывая ограниченность инвестиций в регионах, которые могут быть направлены на проведение работ по рецикллингу твердых промышленных отходов, разработана универсальная базовая методика оценки эффективности технологий рецикллинга промышленных отходов для отбора инновационно-инвестиционных проектов по их экономической и экологической значимости для двух случаев, а именно: в первом случае для коммерческой реализации силами бизнеса, во втором – для реализации с государственной поддержкой. В данном аспекте определены проблемы использования твердых промышленных отходов и обоснована экономико-экологическая эффективность вторичного использования твердых промышленных отходов на примере Полтавской области.

Ключевые слова: *твердые промышленные отходы, рецикллинг отходов, регион, устойчивое развитие, эффективность, ресурсоценные фракции отходов.*

Вступ

Проблема досягнення сталого розвитку регіону розширює сферу впливу людини на навколишнє природне середовище й інтенсифікує використання природно-сировинної бази, що неминуче висуває проблему раціонального використання вторинних ресурсів на перший план. Основними джерелами вторинних ресурсів служать відходи виробничої та споживчої діяльності людини. Будучи з одного боку джерелом забруднення довкілля, тверді побутові відходи також є джерелом ресурсозабезпечення регіону за рахунок використання вторинних ресурсів [1–2].

Отже, рециклінг твердих побутових відходів здатний розв'язати відразу декілька проблем, а саме: по-перше, зменшити кількість відходів, які забруднюють довкілля, по-друге, дати можливість знизити витрати первинної сировини і збільшити можливості компенсації затрат енергії.

Як зазначається у «Практиці 3R», у сфері поводження з відходами (*Reduce* – скорочення обсягів утворення відходів, *Reuse* – повторне використання відходів, *Recycle* – використання як вторинної сировини), запропонованої Урядом Японії на саміті «Великої вісімки» 2004 р., комплексне регулювання процесом поводження з відходами має бути спрямоване на створення суспільства, орієнтованого на ресурсозбереження та на такий розвиток економіки, за якого стає можливим забезпечити охорону навколишнього середовища та стимулювати наукові дослідження у цій галузі, а також була визначена необхідність розробки критеріїв, які дозволяють визначати ефективність заходів рециклінгу [3–6]. Зважаючи, що проблема раціонального використання вторинних ресурсів є однією з пріоритетних для кожного регіону України, постає необхідність більш детального дослідження процесу рециклінгу твердих побутових відходів та оцінки його ефективності, з огляду на регіональні особливості [7–9].

Останніми роками питання рециклінгу та ефективного використання вторинних ресурсів широко розглядається й аналізується в монографічній і періодичній літературі. Проблеми поводження з відходами та залучення їх у господарський обіг вивчаються багатьма вітчизняними й зарубіжними вченими, зокрема О. Бондарем, О. Васютою, О. Веклич, Г. Виговською, Т. Галушкіною, Б. Горлицьким, Л. Мельником, В. Міщенком, Д. Пірсом, І. Синякевичем, І. Уолтером та іншими. Але питання удосконалення системи регіонального управління сфери поводження з твердими побутовими відходами у межах соціально-економічної політики за допомогою формування ринкового механізму та його інститутів недостатньо розроблені. Водночас потрібно враховувати, що обґрунтування інвестицій у сферу поводження з твердими побутовими відходами повинно спиратися на еколого-економічну оцінку різних технологічних рішень у цій сфері, зважаючи й на соціальні аспекти. Тобто, є потреба в розробці критеріїв ефективності процесу рециклінгу твердих відходів з огляду на регіональні особливості та оптимізацію їх для забезпечення екологічно безпечного, економічно мотивованого поводження з твердими побутовими відходами регіону [10–12].

Тому основною метою наших досліджень було обґрунтувати економічну та екологічну ефективність залучення відходів у вторинне споживання як фактору ресурсозбереження. Головним завданням досліджень стала розробка методики оцінювання ефективності технологій рециклінгу відходів для відбору інноваційно-інвестиційних проєктів за їх економічною й екологічною значимістю у двох варіантах: у першому варіанті для комерційної реалізації силами бізнесу, у другому – для реалізації з державною підтримкою.

Матеріали і методи досліджень

Об'єктом дослідження є сфера поводження з твердими відходами регіону. Теоретичним та методологічним підґрунтям дослідження є результати фундаментальних і прикладних досліджень у галузі екологічної безпеки та регіоналістики, положення концепції сталого розвитку, наукові розробки вітчизняних і зарубіжних учених з питань управління сферою поводження з твердими побутовими відходами. Методичною базою дослідження стали загальнонаукові еколого-економічні методи, зокрема монографічний, порівняльний аналіз, абстрактно-логічний метод, картографічний та інші [13].

Результати досліджень та їх обговорення

Розглядаючи ефективність рециклінгу, варто звернути увагу на такі ключові питання у сфері ресурсозбереження: ефективність використання ресурсів і прогнозування забруднення навколишнього середовища. Тому автори пропонують увести поняття індексу ефективності рециклінгу (I_{ep}), який враховуватиме ці основоположні питання. Індекс ефективності рециклінгу залежить від трьох склад-

ників: економічного складника оцінки процесу рециклінгу (E_n), який відображає економічну ефективність усього процесу рециклінгу; екологічного (E_l) – відображає ступінь передбачення негативного впливу відходів на навколишнє середовище; масштабного (M) – відображає кількісний вміст відібраних ресурсоцінних компонентів відходів на території регіону. Відповідно, чим більше значення I_{ep} , тим ефективніший рециклінг:

$$I_{ep} = aE_n * bM + cE_l * bM = f(E_l, E_n, M) \rightarrow I, 0, \quad (1)$$

де a, b, c – вагові коефіцієнти, які визначають важливість кожного зі складників для процесу рециклінгу. Індекс ефективності в першому наближенні перебуває в межах від 0 до 1,0 [14–15].

Переважаюча частина процесів рециклінгу відходів представляє комерційний інтерес. При цьому номенклатура продукції, що випускається з використанням відходів, досить різноманітна і визначається якістю відходів як вторинної сировини, а також відношенням цін та місцевими особливостями попиту на взаємозамінні види продукції з первинної і вторинної сировини. З погляду економічної ефективності усі відходи (або їх компоненти) можна класифікувати: високоліквідні (високоякісна вторинна сировина, переробка якої в місцевих умовах дає змогу отримати продукцію, яка користується попитом – лом чорних і кольорових металів тощо); середньоліквідні відходи (до них можна віднести й відходи, які є вторсировиною середньої якості, продукція з яких користується попитом, але доходи від їхньої реалізації дорівнюють витратам на збір, транспортування, переробку і обробку, це – макулатура, що містить картон, змішана макулатура, полімери з включеннями, текстильні відходи, кускові деревні відходи, склобій, зношені шини тощо); слаболіквідні відходи; неліквідні відходи.

Отже, оцінку економічної доцільності процесу рециклінгу відходів потрібно проводити через показник ефективності переробки відходів, який урахує всі супутні витрати (збір, сортування, транспортні й виробничі витрати тощо). Рециклінг відходів комерційно обґрунтований, якщо ефективність переробки суттєво перевищує середню ефективність по галузі, або економічно доцільний, якщо ефективність виробництва дорівнює середній по галузі. Можливо здійснювати процес рециклінгу слаболіквідних і неліквідних ТВ, якщо певна «третя сила» (державна, регіональна тощо) візьме на себе компенсацію витрат зі збору, сортування, транспортування тощо цих відходів, що забезпечить ефективний виробничий процес рециклінгу або ж примусить поставщика відходів покривати ці витрати. Усі інші відходи, які не відповідають зазначеним вимогам, не відповідають і комерційному рециклінгу відходів [14–15].

Негативний вплив на довкілля здійснюється при безпосередньому внесенні відходів у навколишнє середовище, що призводить до забруднення води, повітря та ґрунтів, а також при захороненні відходів, яке не відповідає санітарно-гігієнічним та екологічним нормам, що спричиняє різні несприятливі наслідки у здоров'ї населення та екосистемах, а також іншими процесами поводження з ТВ, що спричиняють забруднення (викиди при спалюванні та інші види переробки, шум процесів транспортування, пил, емісії газу тощо) [14–15]. Для оцінки впливу різних технологій поводження з ТВ можна використовувати модель, що відображає різні взаємозалежності в системі відносин «людина-середовище» та представляє собою систему одночасних рівнянь:

$$\begin{cases} M = a_0 + a_1 \tilde{W} + a_2 D + a_3 T + u_1 \\ T = \beta_0 + \beta_1 \tilde{A} + \beta_2 \tilde{G} + \beta_3 \Pi + u_2 \\ \Pi = \varphi_0 + \varphi_1 M + u_3 \end{cases}, \quad (2)$$

де $a_0, a_1, a_2, a_3, \beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \varphi_0, \varphi_1$ – параметри регресії; u_1, u_2 – випадкові члени регресії.

У цьому рівнянні (2) показник захворюваності населення (M) як основний індикатор захворюваності розглядається як функція від соціально-еколого-економічних факторів, що мають безпосередній вплив на здоров'я населення: вплив забруднення ґрунтового покриття ($\tilde{W}$) від сфери поводження з ТВ як джерела харчових продуктів; ступінь задоволення потреб у послугах охорони здоров'я (D); рівень технічного забезпечення сфери поводження з ТВ у регіоні (T). Рівень технічного забезпечення сфери поводження з ТВ у регіоні (T) обумовлює соціально-екологічні фактори, а саме забруднення атмосфери ($\tilde{A}$) та гідросфери ($\tilde{G}$) від неефективного поводження з ТВ, а також показник повторного використання вторинної сировини в регіоні (Π), детермінуючим потенційні можливості з покращення навколишнього середовища.

Існує певна група відходів виробництва і споживання, які створюють типові екологічні проблеми

в кожному регіоні України – макулатура, деревні, текстильні, полімерні відходи, зношені шини тощо. При поводженні з ТВ потрібно використовувати принципи логістики, необхідною є правильна організація збору, сортування ТВ на ресурсоцінні фракції, пресування й вивезення фракцій, сортування вторсировини з подальшою переробкою та їх реалізацією, розміщення й видалення невідсортованих залишків. Отже, під масштабним складником індексу ефективності рециклінгу маємо на увазі логістично організовану систему відбору й доставки ресурсоцінних фракцій для подальших операцій поводження з ними. З економічної позиції найбільш доцільним є обсяг (масштаб) зібраних відходів, який забезпечує роботу комплексу підприємств, що займаються рециклінгом відходів, і знаходиться на території, радіус якої рівний максимально економічно рентабельній відстані перевезення.

Для оцінки наслідків процесу рециклінгу відходів можливо використати метод класифікації продуктів на основі матриці, розроблений Бостонською консультативною групою [16]. За аналогією будуються таблиці ефективності рециклінгу ТВ. Вертикальна вісь тут відображає економічний (екологічний) результат, а горизонтальна – обсяг відходів та їх відсортованість. Відповідно, метод рециклінгу відходів, який має найбільш позитивну (економічний результат) та найбільш негативну (екологічний результат) оцінку, повинен мати переважне значення.

У разі обмеженої кількості інформації щодо техніко-економічних характеристик системи, а також надійних математичних моделей, які описують реальний стан системи, особливо при прогнозуванні і плануванні, єдиним засобом розв'язання задач відбору проєктів з рециклінгу ТВ є використання експертних оцінок, тобто методів, які базуються на виявленні й узагальненні думок досвідчених спеціалістів-експертів, використанні їхнього досвіду і нетрадиційних підходів до аналізу діяльності організації та включають: метод «розумової атаки», метод типу «сценаріїв», метод експертних оцінок (включаючи SWOT-аналіз), метод типу «Дельфі», метод типу «дерева цілей», «ділової гри», морфологічні методи і низку інших методів. Організація експертної оцінки включає: визначення цілей і задач експертизи; вибір процедури проведення експертизи; відбір і формування групи експертів; організація самої процедури експертизи; обробка інформації; ухвалення рішення за результатами експертизи [17].

Суть бального методу полягає у визначенні залежності між значеннями показників P і їх оцінками K . Оцінки повинні бути функціями значень показників, оскільки саме значення P не дає можливості оцінити його якість на відміну від оцінки. Потім проводиться вирахування оцінок окремих показників або їх значення. Універсальність використання бальної методики пояснюється тим фактом, що окремі показники різномірні й не можуть бути співвіднесені у фізичних одиницях. Результати ранжування й експертної оцінки наведені в таблиці 1.

Процедура ранжування й бальної оцінки буде змістовною тільки за певної узгодженості поглядів експертів. У методі Дельфі для оцінки узгодженості поглядів експертів використовується коефіцієнт варіації V , розрахунки якого показали узгодженість у поглядах експертів за всіма характеристиками розглянутих показників.

Отже, розрахункова формула індексу ефективності рециклінгу може бути представлена так:

$$I_{ep} = 0,3a * 0,1c + 0,6b * 0,1c. \quad (3)$$

Використання індексу ефективності рециклінгу можливе при відборі інвестиційних проєктів з рециклінгу відходів, оскільки при обмеженості інвестицій, які можуть бути направлені на проведення робіт з рециклінгу ТВ, виникають проблеми оптимізації фінансових і матеріальних вкладень у певну кількість перспективних проєктів. Насамперед реалізації підлягають проєкти, які мають максимальне значення індексу ефективності, тобто економічно доцільні, які зменшують екологічний збиток за забруднення довкілля від сфери поводження з ТВ і наявні в достатньому для здійснення обсязі ресурсів. Але таке узгодження факторів, які забезпечують ефективність здійснення процесу, трапляється досить рідко. Ця обставина обумовлює необхідність аналізу показника ефективності рециклінгу відходів і відбору проєктів з їх економічної або екологічної значимості, у першому варіанті для комерційної реалізації.

Варто визнати, що досі в регіонах України з низькою ефективністю формується інфраструктура, яка забезпечує збір, транспортування, переробку відходів. Основною операцією, яка завершує життєвий цикл відходів, залишається їх розміщення в місцях видалення відходів. Тому держава, зокрема й її регіони, повинні виступати в ролі інвестора для низькоефективних, але необхідних для суспільства процесів рециклінгу ТВ, або створювати умови для їх успішної комерційної реалізації.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Відношення між якісною характеристикою економічного, екологічного й масштабного складників та їх бальною оцінкою*

Рекомендована оцінка в балах	Характеристика якості показника
<i>Економічний складник ($\alpha=0,3$)</i>	
1,0	Економічна ефективність рециклінгу більш ніж удвічі перевищує середньогалузеву.
0,9	Економічна ефективність рециклінгу перевищує середньогалузеву.
0,3	Економічна ефективність рециклінгу не перевищує середньогалузеву.
0	Очікувана ефективність не встановлена, $E_k < 1,0$.
<i>Екологічна складова ($\beta=0,6$)</i>	
1,0	Екологічна система безповоротно порушена. Період відновлення відсутній. Показник захворюваності населення (ризик здоров'ю населення) перевищує допустимі межі більш ніж у 3 рази.
1,0	Екологічна система суттєво порушена. Період відновлення не менше 30 років після повної ліквідації джерела шкідливого впливу. Екологічний ризик перевищує допустимі межі більш ніж удвічі.
0,9	Екологічна система порушена. Період відновлення не менше 10 років після зниження шкідливого впливу від існуючого джерела. Екологічний ризик перевищує допустимі межі.
0,5	Екологічна система порушена. Період самовідновлення не менше 3-х років. Екологічний ризик перевищує допустимі межі.
0	Екологічна система практично не порушена. Екологічний ризик перебуває в допустимих межах.
<i>Масштабна складова ($\gamma=0,1$)</i>	
1,0	Обсяг відсортованих ТВ, що забезпечує роботу комплексу підприємств, які займаються рециклінгом відходів і знаходиться на території, радіус якої рівний максимально економічно рентабельній відстані перевезення.
1,0	Обсяг відсортованих відходів, що забезпечує завантаження потужностей одного підприємства та який знаходиться на території, що відповідає вказаним вище вимогам.
0,6	Мінімальний обсяг відсортованих ТВ, який забезпечує економічно доцільний процес їх рециклінгу, повинен забезпечувати встановлений обсяг транспортної партії.
0	Незначний обсяг відсортованих ТВ, який не представляє інтересу для процесу рециклінгу.

Примітка: * – складено авторами.

Відбір проєктів для інвестування повинен проводитися через проведення відповідного конкурсу. Основною метою проведення будь-якого конкурсу є об'єктивна й обґрунтована оцінка конкурсних пропозицій претендентів і вибір на цій основі пропозиції з найбільш ефективними й вигідними для замовника умовами. Критерії відбору мають відображати можливості комерціалізації результатів проєктів з рециклінгу відходів і повинні забезпечувати екологічну безпеку регіонів країни. Тому конкурсному відбору належать інноваційні проєкти, які задовольняють вимогу: для бізнесу $E_k \rightarrow \max$, ($I_{ep} \rightarrow \max$); для органів влади $E_n \rightarrow \max$, ($I_{ep} \rightarrow \max$).

Очевидно, що рішення повинні ухвалюватися в умовах, коли наявна низка альтернативних або взаємозалежних проєктів. У цьому разі необхідно зробити вибір одного або декількох проєктів, додержуючись указаних вище принципів. Після отримання результатів інвестор (комерційні або державні структури) проводить їх аналіз й ухвалює рішення щодо відбору інноваційних проєктів.

Для порівняння ефективності результатів упроваджених заходів рециклінгу можна використовувати деякі відносні значення складників цього показника: екологічна ефективність визначається, як відношення економічної характеристики ризику здоров'ю населення R як економічного показника до

середнього в порівняльній шкалі (R_p); економічна ефективність визначається як доходи відповідних підприємств (D) до середнього значення по галузі D_p (або відповідного значення по всіх регіонах); масштабна ефективність – як відношення показника використання потенціалу вторсировини в регіоні до середнього значення по всіх регіонах (P):

$$I_{ерпор} = 0,3 * \frac{D}{D_p} * 0,1 * \frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{CM_i} - 100}{(\frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{CM_i} - 100}{n})_p} + 0,6 * \frac{R}{R_p} * 0,1 * \frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{CM_i} - 100}{(\frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{CM_i} - 100}{n})_p}, \quad (4)$$

де M_i – маса утилізованого i -го компоненту, т; CM_i – теоретичний обсяг утвореного i -го компоненту в загальній масі ТВ, т; n – кількість i -х компонентів, що утилізуються.

У Полтавській області щорічно утворюється близько 480 тис. т (1,6 млн m^3) твердих побутових відходів, які видаляються на 377 санкціонованих полігонах та звалищах ТВ та 4,5 млн т промислових відходів (з яких 200 тис. т – небезпечні відходи) [18]. Середній рівень використання відходів як вторинних ресурсів у промисловості складає третину (близько 30 %), а побутових відходів – близько 8 % від загальної маси [19–20]. У господарський обіг залучаються переважно лом і відходи чорних і кольорових металів, високосортні марки макулатури, чисті текстильні, полімерні й деревні відходи, склобій [20]. Проведена оцінка ефективності процесу рециклінгу ТВ для Полтавської області (рис.).

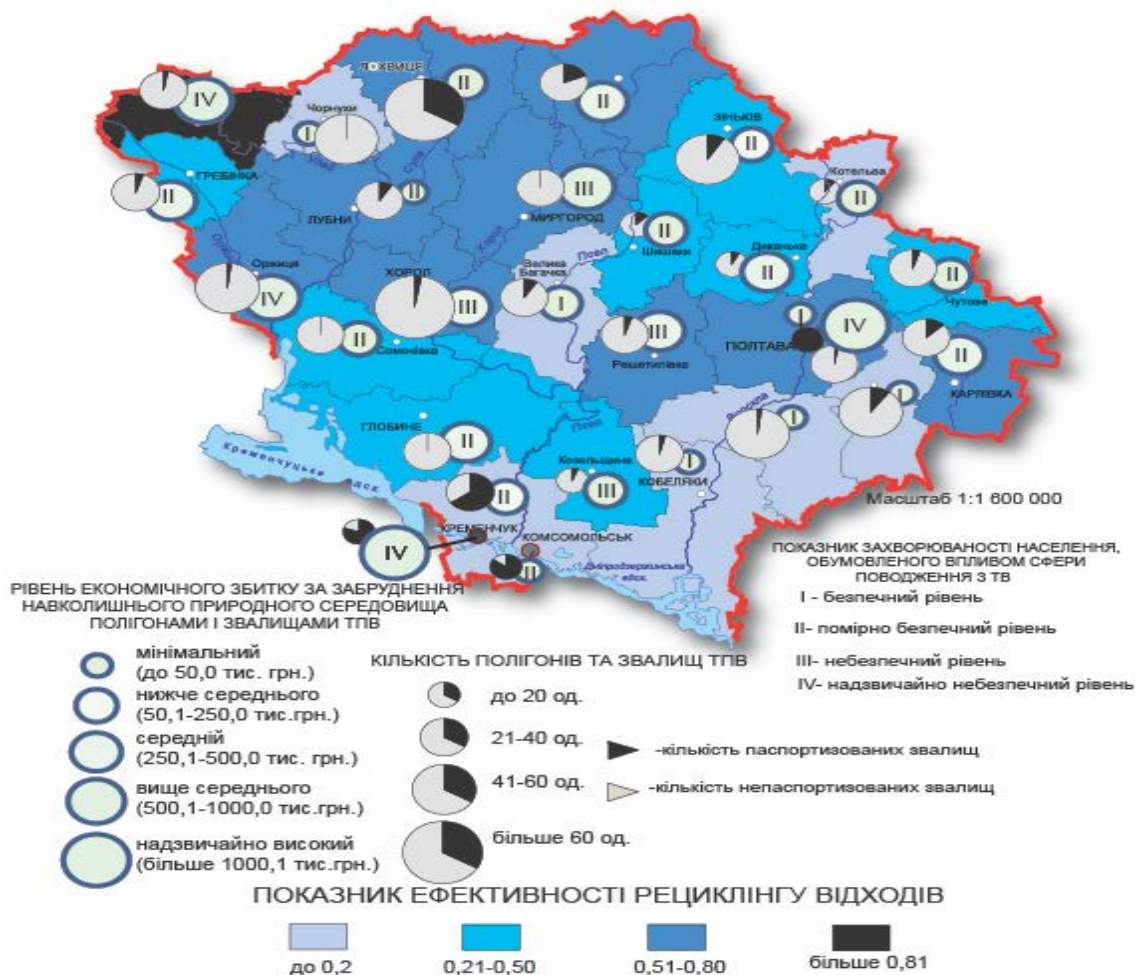


Рис. Оцінка ефективності процесу рециклінгу в Полтавській області
 (складено авторами з використанням матеріалів [5, 8])

Отже, перешкодами на шляху використання відходів як вторинних матеріальних ресурсів є: недостатність і недосконалість законодавчої й нормативно-правової бази у сфері поводження з відходами виробництва і споживання; відсутність достатніх економічних стимулів для збору й переробки великої маси відходів; недосконалість інструментів регулювання в цій галузі; недоопрацьованість практики збору й видалення твердих побутових відходів, яка не передбачає селективний збір ресурсоцінних фракцій, придатних для повторного використання; недостатня участь малого й середнього бізнесу у сфері діяльності зі збору й переробки вторинних ресурсів; недосконалість інфраструктури збору й переробки промислової продукції, термін використання якої вийшов; недостатнє інформаційне забезпечення підприємницької спільноти щодо можливостей, перспективи й економічної привабливості роботи у сфері використання вторресурсів.

Висновки

Рациональне використання ресурсів стає критично важливим для забезпечення ресурсами суспільного виробництва. Зважаючи на обмеженість інвестицій у регіонах, які можуть бути направлені на проведення робіт з рециклінгу ТВ, розроблено універсальну бальну методику оцінки ефективності технологій рециклінгу відходів для відбору інноваційно-інвестиційних проєктів за їх економічною й екологічною значимістю для двох варіантів: у першому варіанті для комерційної реалізації силами бізнесу, у другому – для реалізації з державною підтримкою. Проведено оцінку наявної системи рециклінгу відходів на прикладі Полтавської області та визначені причини низького залучення відходів у вторинне споживання як фактору ресурсозбереження регіону.

Перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження є основою для розробки програм охорони навколишнього природного середовища місцевого та регіонального рівнів, стратегій розвитку регіонів, реалізація яких дозволить: покращити ресурсозабезпеченість та конкурентоспроможність регіону, отримати додатковий дохід від вторресурсів, зберегти первинні ресурси та покращити їх якість, повернути забруднені землі в господарський обіг регіону (відображає економічний та ресурсний аспект); зменшити ризик здоров'ю населення від негативного впливу відходів, покращити соціально-психологічний клімат у регіоні (відображає соціальний аспект); забезпечити збереження й відновлення навколишнього середовища регіону, природного стану екосистем та мінімуму ентропії (відображає екологічний аспект). Очікуваними результатами реалізації розробленого комплексу заходів є комплексне рішення економічних, соціальних і екологічних завдань регіону, забезпечення економічного використання первинних сировинних, матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів регіонів України.

References

1. Biryukov, D. S., & Kondratov, S. I. (2012). *Zahist kritichnoyi infrastrukturi: problemi ta perspektivi vprovadzhennya v Ukraini: analitichna dopovid*. Kiyiv: NISD [In Ukrainian].
2. Burkinskij, B. V., Stepanov, V. N., & Harichkov, S. K. (2005). *Ekonomiko-ekologicheskie osnovy regionalnogo prirodopolzovaniya i razvitiya*. Odessa: IPREEI NAN [In Russian].
3. Gerding, J., Kirshy, M., Moran, J. W., Bialek, R., Lamers, V., & Sarisky, J. (2016). A Performance Management Initiative for Local Health Department Vector Control Programs. *Environmental Health Insights*, 10, EHI.S39805. doi: 10.4137/ehi.s39805.
4. Yunjiang, Y., Ziling, Y., Peng, S., Bigui, L., Liangzhong, L., Zhengdong, W., Ruixue, M., Mingdeng X., Hui, L., & Shu, G. (2018). Effects of ambient air pollution from municipal solid waste landfill on children's non-specific immunity and respiratory health. *Environmental Pollution*, 236, 382–390. doi: 10.1016/j.envpol.2017.12.094.
5. Golik, Yu. S. (2014). *Dovkillya Poltavshini: monografiya*. Poltava: Kopicentr [In Ukrainian].
6. Pisarenko, P. V. (2018). Viktoristannya riznih tehnologichnih rishen u sferi povodzhennya z tverdimi vidhodami pri ocinci rizikiv shodo zdorov'ya naseleennya. *Visnik Poltava State Agrarian Academy*, 4, 23–25 [In Ukrainian].
7. Han, I., Wee, G. N., No, J. H., & Lee, T. K. (2018). Pollution level and reusability of the waste soil generated from demolition of a rural railway. *Environmental Pollution*, 240, 867–874. doi: 10.1016/j.envpol.2018.05.025.
8. Forrester, J. W. (2010). *System Dynamics: the Foundation Under Systems*. Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology Cambridge. Retrived from: <https://www.google.com/>

url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiXwLPd9bTnAhXSL1AKHTg1BlSjAAegQIARAB&url=http%3A%2F%2Fstatic.clexchange.org%2Fftp%2Fdocuments%2Fsystem-dynamics%2FSD2011-01SDFoundationunderST.pdf&usg=AOvVaw0Gu5V_zVOQHf0FnGEU1Jd1.

9. Wierzbicki, A. (2013). Model-based decision support methodology with environmental applications. *Kluwer Academic Publishers. IIASA Institute for Applied Systems Analysis Dordrecht*, 2, 67–71.

10. Vagin, V. S. (2004). *Kompleksnoe upravlenie zhiznennym ciklom TBO v regione: ponyatiino-terminologicheskie i metodologicheskie osnovy koncepcii*. Rostov na Donu: SKNCVSh [In Russian].

11. Singh, C., Kumar, A., & Roy, S. (2017). Estimating Potential Methane Emission from Municipal Solid Waste and a Site Suitability Analysis of Existing Landfills in Delhi, India. *Technologies*, 5 (4), 62. doi: 10.3390/technologies5040062.

12. Amos, R. T., Blowes, D. W., Bailey, B. L., Sego, D. C., Smith, L., & Ritchie, A. I. M. (2015). Waste-rock hydrogeology and geochemistry. *Applied Geochemistry*, 57, 140–156. doi: 10.1016/j.apgeochem.2014.06.020.

13. Gricayenko, G. M. (2003). *Metodi biologichnih ta agrohimiichnih doslidzhen roslin i gruntiv*. Kiyiv: Nichlava [In Ukrainian].

14. Cikunov, A. E. (2006). *Sbornik matematicheskikh formul*. Piter [In Russian].

15. Pisarenko, P. V., Samojlik, M. S. (2009). Ekologo-ekonomichna ocinka vplivu poligoniv i zvalish tverdiy pobutovykh vidhodiv na stalij rozvitok regionu. *Visnik Poltavskoyi derzhavnoyi agrarnoyi akademiy*, 4, 15–23 [In Ukrainian].

16. Holik, Yu. S. & Illiash, O. E (Eds.). (2012). *Regionalna programa ohoroni dovkilliya, racionalnogo vikoristannya prirodnih resursiv ta zabezpechennya ekologichnoyi bezpeki z urahuvannyam regionalnih prioritetiv Poltavskoyi oblasti*. Poltava: Poltavskij literator [In Ukrainian].

17. Vigileos., G. (2002). Analysis of Institutional Structures for Sustainable Solid Waste Management for the South West of England. *PhD thesis*. University of Gloucestershire.

18. Piddubnogo, I. A. (Eds.). (2012). *Ekologichnij pasport Poltavskoyi oblasti*. Poltava: Derzhupravlinnya ohoroni navkolishnogo prirodnogo seredovisha v Poltavskij oblasti [In Ukrainian].

19. Onishenko, S. V., & Samojlik, M. S. (2012). *Ekologo-ekonomichna ocinka zabrudnennya navkolishnogo seredovisha v sistemi ekologichno bezpechnogo rozvitku regioniv Ukrayini*. Poltava: PolNTU [In Ukrainian].

20. Onishenko, V. O., Samojlik, M. S. (2013). *Teoretiko-metodologichni zasadi upravlinnya sferoyu povodzhennya z tverdymi vidhodami na regionalnomu rivni*. Poltava: PolNTU [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 26.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Добровольська Ю. В., Губченко О. М. Використання експертних методів у системі управління сферою поводження з твердими побутовими відходами регіону. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 83–91.

© Писаренко Павло Вікторович, Самойлік Марина Сергіївна,
Диченко Оксана Юріївна, Добровольська Юлія Вікторівна, Губченко Ольга Миколаївна, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>




original article | UDC 632.154 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.11

ENVIRONMENTAL MONITORING OF SOIL POLLUTION WITH UNUSED AND PROHIBITED CHEMICAL PLANT PROTECTION MEANS NEAR WAREHOUSES IN TERNOPIL REGION

N. M. Glovyn,

ORCID ID: [0000-0002-7465-8732](https://orcid.org/0000-0002-7465-8732), E-mail: nadiaglovin@gmail.com,

O. V. Pavliv,

ORCID ID: [0000-0003-1915-0642](https://orcid.org/0000-0003-1915-0642), E-mail: pavliv-1978@ukr.net,

Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine “Berezhany Agro-Technical Institute”, 20, Academichna str, town of Berezhany, Ternopil region, 47501, Ukraine

The article presents the results of environmental soil monitoring on the territory near warehouse with prohibited and unused chemical plant protection means (CPPM), which were accumulated on the investigated site near the disposal of these substances in the village of Vyshnivchyk in Ternopil region. The intensive development of industry and agricultural activities causes negative anthropogenic effect on the environment. Therefore, the purpose of the study was to conduct environmental monitoring of soil condition around the warehouse as an object of disposing prohibited and unused CPPM. It is important to inform the public about the problem of disposing unused and prohibited CPPM. Today, Ukraine has accumulated about 8,000 tons of obsolete CPPM. The problem of their disposal has not been solved. Many of the warehouses where they are stored are in bad condition. Poor storage conditions of toxic residues of unsuitable and unused CPPM lead to their penetration in water sources and air, resulting in the risk of poisoning people and animals. Warehouse facilities turned out to be a potential threat to ecosystems adjacent to the warehouse. Special attention in this work is paid to the disposal of toxic chemicals in the village of Vyshnivchyk, Terebovlia district, Ternopil region (the territory of “Denys K” farm). The burial ground of toxic chemicals near Vyshnivchyk has been in existence for over 30 years. It was built in 1978 according to the standards of that time. Loose and liquid chemicals were dumped into the quarry. The problem is complicated because the burial ground has no owner. At present it is not known what kinds of poisonous chemicals are in the preserved burial ground. According to the accompanying documents, about 465 tons of dichlorodiphenyltrichloromethane (dust), over 200 tons of hexachlorane, as well as 7 tons of mercury and arsenic-containing substance have been accumulated there. According to the results of the agrochemical examination, the soil is characterized by a slightly acid reaction (soil type - leached black soil, coarse, light loamy, salt pH = 5.9; humus – 3.6 %). Due to wind and water diffusions of agrochemicals (contamination scattering up to 30 m away from the warehouse was detected); near the warehouse the following substances were revealed: 2,4-D-amine salt (0.35), simtriazine – 0.01–0.05 mg/kg, HCG – 0.02–0.14; DDT – 0.03–0.10; metaphos was not found, but it was detected in the warehouse (0.19); chlorophos was not found, but detected in the warehouse (0.10) mg/kg. The productivity and stability of ecosystems is significantly degraded at a distance of up to 50 meters away from the warehouse which negatively affects the biogeochemical circulation of substances. Thus, the insignificant content of CPPM residues near the warehouse in the village of Vyshnivchyk is explained by the fact that CPPM were initially stored in special premises, but over the time (the warehouse was built in 1978, the containers are useless) they penetrate the soil outside the territory of the warehouse.

Key words: chemical plant protection means, composition, persistent organic pollutants, organochlorine compounds, soil.

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ПРИСКЛАДСЬКОЇ ТЕРИТОРІЇ НЕПРИДАТНИХ ТА ЗАБОРОНЕНИХ ДО ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Н. М. Гловин, О. В. Павлів,

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут», м. Бережани, Україна

У статті наведено результати екологічного моніторингу ґрунту на прискладській території з забороненими та непридатними до використання хімічними засобами захисту рослин (ХЗЗР) с. Вишнівчик Тернопільської області. Метою дослідження було провести екологічний моніторинг стану ґрунту навколо складу як об'єкту захоронення заборонених та непридатних до використання ХЗЗР. Багато сховищ, де вони зберігаються, перебувають у незадовільному стані та загрожують довкіллю, є небезпечними для здоров'я населення. Умови, які не відповідають чинним стандартам зберігання, призводять до того, що токсичні залишки непридатних та невикористаних ХЗЗР потрапляють у ґрунт, водні джерела і повітря, в результаті чого виникає ризик отруєння людей і тварин. Окрему увагу в цій роботі необхідно приділити захороненню отрутохімікатів у с. Вишнівчик Теребовлянського району Тернопільської області (територія ФГ «Денис К»). Могильник отрутохімікатів біля Вишнівчика існує вже понад 30 років. Побудований він 1978 року за тодішніми нормами. У кар'єр скидали як сипучі, так і рідкі хімікати. Проблема ускладнює й те, що у могильника немає власника. Наразі невідомо, які саме отрутохімікати знаходяться в законсервованому могильнику. Якщо вірити супровідним документам, то лише дихлордифенілтрихлорметану (дуст) там накопичено близько 465 т, гексахлорану – понад 200 т, а також 7 т речовин, що містять ртуть і миш'як. За результатами агрохімічного обстеження ґрунт характеризується слабо кислою реакцією (тип ґрунту – чорнозем вилугуваний, грубопилуватий, легкосуглинковий, рН сольове = 5,9; гумус – 3,6 %). За рахунок вітрової та водної дифузії агрохімікатів (виявлено розсіяння забруднення до 30 м від складу) біля складу вміст 2,4-Д-амінна сіль (0,35), симтріазин – 0,01–0,05 мг/кг, ГХЦГ – 0,02–0,14; ДДТ – 0,03–0,10; метафос – не виявлено, є у складі (0,19); хлорофос – не виявлено, є у складі (0,10) мг/кг. З ділянки складу на досліджувальній віддалі до 50 метрів істотно порушується продуктивність і стійкість екосистем, що негативно впливає на біогеохімічний колообіг речовин. Отже, незначний вміст залишків ХЗЗР біля складу с. Вишнівчик пояснюється тим, що ХЗЗР спочатку складувались у пристосованому приміщенні, проте з часом (склад створений 1978 року, контейнери протерміновані) шляхом міграції потрапляють у ґрунт за межі сховища.

Ключові слова: хімічні засоби захисту рослин, склад, стійкі органічні забруднювачі, хлорорганічні сполуки, ґрунт.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ПРИСКЛАДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ НЕПРИГОДНЫХ И ЗАПРЕЩЕННЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ТЕРНОПОЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. М. Гловин, О. В. Павлив,

Обособленное подразделение Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Бережанский агротехнический институт», г. Бережаны, Украина

В статье приведены результаты экологического мониторинга почвы на территории склада с запрещенными и непригодными к использованию химическими средствами защиты растений (ХЗЗР) с. Вышневчик Тернопольской области. Многие хранилища находятся в неудовлетворительном состоянии. Эти токсичные отходы опасны для здоровья населения и угрожают окружающей среде. неудовлетворительные условия хранения приводят к тому, что токсичные остатки непригодных и неиспользованных ХЗЗР попадают в окружающую среду, в том числе к водным источникам и в воздух, в результате чего возникает риск отравления людей и животных. Могильник ядохимикатов у Вышневчика существует уже более 30 лет. Если верить сопроводительным документам, то только дихлордифенилтрихлорметану (дуст) там накоплено около 465 т, гексахлорана – более 200 т, а

также 7 т веществ, содержащих ртуть и мышьяк. Приведены результаты мониторинга состава почвы в исследуемой зоне, что свидетельствует о представляемой потенциальной экологической опасности для окружающей среды.

Ключевые слова: химические средства защиты растений, состав, стойкие органические загрязнители, хлорорганические соединения, почва.

Вступ

Інтенсивний розвиток промисловості й сільськогосподарська діяльність людини спричиняють негативну антропогенну дію на навколишнє природне середовище. Потрібно звернути увагу на зростання забруднення повітря, ґрунту та вод токсичними хімічними речовинами, зокрема хімічними засобами захисту рослин (далі – ХЗЗР). У разі неправильного та неконтрольованого застосування в господарствах вони зумовлюють забруднення довкілля та є загрозою для здоров'я людини. Ефект впливу ХЗЗР на довкілля наукою не вивчений і практично невідомий. Навіть після припинення застосування проблема ХЗЗР не зникає. Десятки років токсичні речовини зберігають свої властивості впливати на навколишнє середовище, включаючи поверхневі води та ґрунт. За даними досліджень науковців, на сьогодні в Україні накопичено 8 тисяч тон невикористаних ХЗЗР. Питання щодо їхнього знешкодження не розв'язане. Склади застарілих хімічних засобів перебувають загалом у незадовільному стані. Проблема непридатних та заборонених до використання хімічних засобів захисту рослин і досі не втратила гостроти й на території Тернопільської області. Саме з цієї причини з 2015 року Всеукраїнська екологічна ліга розпочала проєкт громадської інвентаризації непридатних та заборонених до використання ХЗЗР [1–3]. Яскравим прикладом може слугувати діяльність підприємців з утилізації токсичних речовин, а саме те, що вони робили з ХЗЗР і тарою, у якій ці речовини зберігалися. Вони просто промивали тару водою, яку пізніше зливали безпосередньо в річку, отруюючи рибу та спричиняючи захворювання в місцевого населення. Важливо інформувати населення щодо проблеми непридатних та заборонених до використання ХЗЗР [4–6]. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я у світі щорічно реєструється понад 1,5 млн. випадків отруєнь людей ХЗЗР. Останнім часом різко підвищилася кількість алергенних захворювань серед сільського та міського населення України. Все це свідчить про те, що ХЗЗР за своїм фізіологічним впливом на живі організми можна порівняти з високотоксичними отруйними речовинами уповільненої дії. А саму препаративну форму застарілого ХЗЗР потрібно розглядати, як зовсім новий об'єкт – хімічний мутант з невідомими фізико-хімічними та токсикологічними характеристиками [5, 6]. Дослідженням моніторингу стану ґрунту прискладської території непридатних та заборонених до використання ХЗЗР сільськогосподарських підприємств присвячені праці багатьох учених [7–9]. Для відновлення екологічної стабільності довкілля, збереження біорізноманіття флори та фауни, охорони агроценозів важливо об'єднати зусилля спеціалістів різних галузей – екологів, мікробіологів, біологів, біотехнологів, агрохіміків та ін. – і розпочати системні глибокі дослідження виявлення залишків застарілих агрохімікатів, а також їхній вплив на мікрофлору ґрунту, флору та фауну. Адже доведено: якщо поінформований, то таки застережений від небезпеки [10, 11].

Метою дослідження було здійснити екологічний моніторинг стану ґрунту навколо складу з токсичними речовинами заборонених та непридатних до використання ХЗЗР с. Вишнівчик Тернопільської області. Основне *завдання* полягає в обґрунтуванні факторів екологічної безпеки та рентабельності для утилізації складів та сховищ з непридатними та забороненими до використання отрутохімікатами.

Матеріали і методи досліджень

Методи дослідження: інформаційно-бібліографічні, аналітичні (аналіз літератури, узагальнення результатів), хроматографічні, статистичні (оцінка вірогідності отриманих результатів, визначення кореляційних зв'язків). Для обстеження ґрунтів території розташування непридатних ХЗЗР Тернопільської області Тербовлянського району с. Вишнівчик використано результати досліджень, проведених відповідно до вимог керівних нормативних документів, методичних вказівок, рекомендацій ДСТУ, ГОСТів та ТУ. Інвентаризація здійснювалась відповідно до вимог нормативно-методичного документу «Порядок проведення комплексної інвентаризації місць накопичення заборонених і непридатних до використання в сільському господарстві хімічних засобів захисту рослин», затвердже-

ного наказом Мінагрополітики, Мінекоресурсів, МОЗ від 18.10.2001 р. №315/376/412, зареєстрований у Міністерстві юстиції України 14.11.2001р. за №951/6142 [2, 3, 6]. Відбір ґрунтових зразків проводили згідно з методикою суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України (1994) [3–5]. Агрохімічні показники ґрунтів визначали за загальноприйнятими методиками: вміст гумусу (органічної речовини) – за методом Тюріна в модифікації Сімакова (ДСТУ 4289: 2004); ступінь кислотності (рН) – потенціометрично за методом ЦІНАО (ГОСТ 26483–85). Досліджувалися зразки ґрунту, відібрані в зоні розташування складу ХЗЗР с. Вишнівчик Теребовлянського району, тип ґрунту – чорнозем вилугуваний (грубопилуватий, легкосуглинковий, рН сольове = 5,9; гумус – 3,6 %) [2, 3]. Дані з кількості залишків агрохімікатів у ґрунті вибирали на базі даних досліджень Тернопільської лабораторії дослідження ґрунтів «Облдержродючість» відповідно до чинних методичних вказівок (Клисенко, 1983) [10].

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз досліджень щодо проведення комплексної інвентаризації місць накопичення непридатних та заборонених до використання хімічних засобів захисту рослин (ХЗЗР) у Тернопільській області розпочато ще 2004 року, а проведення обстежень за екологічним станом та організацією ремедіацій ділянок ґрунту триває дотепер (табл. 1).

1. Стан зберігання заборонених і непридатних до використання ХЗЗР та їх знешкодження в Тернопільській області (станом 01.01.2019 р.)

№ з/п	Назва одиниці адміністративно-територіального устрою регіону (район)	Кількість, т	Кількість складів, од.	Стан складських приміщень		
				добрий, од.	задовільний, од.	незадовільний, од.
1	Бережанський район	–	–	–	–	–
2	Борщівський район	–	–	–	–	–
3	Бучацький район	–	–	–	–	–
4	Гусятинський район	0,150	1	–	–	1
5	Заліщицький район	–	–	–	–	–
6	Збаразький район	–	–	–	–	–
7	Зборівський район	–	–	–	–	–
8	Козівський район	–	–	–	–	–
9	Кременецький район	–	–	–	–	–
10	Лановецький район	0,564	1	–	–	1
11	Монастирський район	–	–	–	–	–
12	Підволочиський район	5,500	2	–	–	2
13	Підгаєцький район	–	–	–	–	–
14	Теребовлянський район	11,000	2	–	1	1
15	Тернопільський район	0,600	1	–	–	1
16	Чортківський район	–	–	–	–	–
17	Шумський район	–	–	–	–	–
	<i>Всього</i>	<i>17,814</i>	<i>7</i>	<i>–</i>	<i>1</i>	<i>6</i>

Дослідження проводили на території Теребовлянського району Тернопільської області складу непридатних та заборонених до використання пестицидів, що знаходяться в с. Різдва (територія ТзОВ «Кар'єр плюс») і в с. Вишнівчик (територія ФГ «Денис К»). Окрему увагу в цій роботі необхідно приділити захороненню отрутохімікатів у с. Вишнівчик Теребовлянського району Тернопільської області. Тривожним було спостереження ситуації зберігання непридатних до використання пестицидів у неадекватних умовах, недотримання меж санітарно-захисних зон навколо складу отрутохімікатів, що може спровокувати до забруднення довкілля. Могильник отрутохімікатів поблизу с. Вишнівчика існує вже понад 30 років. Побудований він 1978 року за тодішніми нормами. Коли колишній кар'єр, куди скидали

як сипучі, так і рідкі хімікати, був заповнений, його вирішили законсервувати. Проблема ще й ускладнює те, що в могильника немає власника. Наразі невідомо, які саме отрутохімікати перебувають у законсервованому могильнику. Якщо вірити супровідним документам, то лише дихлордифенілтрихлорметану (дуст) там накопичено близько 465 т, гексахлорану – понад 200 т, а також 7 т речовин, що містять ртуть і миш'як [5, 8, 9]. Вони знаходяться під шаром бетону, згори присипані землею. Але проблема залишається, оскільки будь-який матеріал має властивість руйнуватися з часом, тим паче під дією шкідливих хімікатів. Якщо там є рідкі отрутохімікати, то цілком можливо, що вони можуть просочитися у ґрунтові води. Крім того, необхідно увесь час підтримувати безпеку отруто могильника й не допустити потрапляння вологи всередину, оскільки конструкція почне руйнуватися.

Результати вибіркового дослідження ґрунту прискладської території вказують на значне їх забруднення залишками хлорорганічних, фосфорорганічних та симтріазинових пестицидів. У межах нашого дослідження вибрані найнебезпечніші та найстійкіші хлорорганічні сполуки. Вони становлять близько 80 % від загальної кількості виготовлених промисловістю пестицидів. Це пояснюється тим, що хлорвмісні агрохімічні засоби є дуже біоактивними [11–13]. Поєднання іонів хлору з органічними молекулами синтезує біологічно активну сполуку, що блокує більше 16 фізіологічних процесів у мікроорганізмах, рослинах і тваринах, зокрема фотосинтез, поділ клітин, процеси дихання, а отже і тепер сучасні препарати ХЗЗР виготовляються на основі біоактивних хлорвмісних органічних сполук [15, 16]. Природа хімічних властивостей хлорвмісних органічних ХЗЗР – це хлорпохідні циклічні вуглеводні з небезпечними токсичними властивостями, які характеризуються високим періодом напіврозкладання, а здатність стійкості до деградації зростає при підвищеній концентрації атомів хлору. Такі речовини мають властивість гідрофобності, тривалий період можуть накопичуватися у ґрунті, в екологічній піраміді беруть участь у трофічних ланцюгах системи ґрунт – рослина – тварина – людина, можуть тривало відкладатися у живих організмах.

Моніторингові дослідження ґрунту щодо поширення агрохімікатів ґрунтовим профілем у вертикальному напрямку зазнає ґрунтовий покрив глибиною до 0,8 м. Це пов'язано з тим, що токсиканти в понаднормовій кількості акумулюються у ґрунті, а особливо в кореневмісному горизонті. Існує низка літературних джерел, які підтверджують, що ґрунти, а особливо глинисті й органічні колоїдні компоненти, які є гарним сорбентом 14 пестицидів та важких металів, можуть служити кінцевим або тимчасовим їх сховищем [14, 15]. Темпи втрат ґрунтової родючості та самих ґрунтів стали такими високими, що відомий ґрунтознавець Г. В. Добровольський зазначає: серед величезної кількості ксенобіотиків, які надходять у ґрунт, реєструється тільки декілька десятків, а продукти їх перетворення – часто більш токсичні, ніж сама початкова речовина, взагалі жодним чином не враховуються. Накопичившись у ґрунті, вони вступають один з одним у непередбачувані реакції, що призводить до хімічних мутацій та появи невідомих ще людству речовин, вплив яких на людський організм так само може бути несподіваним. Новоутворені хімічні сполуки, наприклад, препарат гептохлор – порівняно малотоксичний, під дією мікроорганізмів ґрунту перетворюється в гептохлорепатид, токсичність якого в 4–5 разів вища [7]. Також накопичення залишків отрутохімікатів відбувається завдяки персистентності – здатності ХЗЗР тривалий термін локально зберігатися у ґрунті. Доказом цього явища є виявлені в досліджуваній прискладській території непридатних ХЗЗР з діючою речовиною ДДТ, що свідчить про величезну персистентність цієї сполуки, яка не деградує під дією жодних факторів. Будь-яка діюча речовина розкладається, як правило, або через хімічний, або через біологічний процес. Тобто, наприклад, вступає в реакцію з певними хімічними сполуками ґрунту, відбуваються реакції обміну й речовина втрачає свою активність. Або стає їжею для бактерій, які їх своїми ферментами розбивають молекули цієї речовини на більш дрібні ділянки, а потім поглинають власним організмом. По суті, персистентність, це нездатність вступати в такі хімічні взаємодії або ж «непридатність» для споживання бактеріями [17]. Невід'ємним етапом дослідження екологічного моніторингу є виявлення залишків ХЗЗР локальної екосистеми, а саме в рослинах, зібраних з ділянок прискладської зони. Тому продовжили дослідження з виявлення вмісту залишків речовин ХЗЗР у рослинах прискладської ділянки [7, 8]. Спостерігали, що по мірі віддаленості накопичення залишків ХЗЗР у рослинах зменшувалися. Такі дослідження потрібно проводити, тому що на таких ділянках прослідковувалися випасання худоби та сінокіс (табл. 2).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

2. Вміст залишків з'єднань ХЗЗР у ґрунті та рослинах на ділянках поблизу прискадської території, мкг/кг, $M \pm m$

Відстань від складу, м Вид бур'яну/об'єкт	Залишки хлорорганічних агрохімікатів ХЗЗР							
	α -ГХЦГ	β -ГХЦГ	γ -ГХЦГ	Аль-дрин	Гепта-хлор	ДДЕ	ДДД	ДДТ
Тернопільська обл., Теребовлянський р-н., С. Вишнівчик								
Ґрунт, 1 м	0,70 $\pm 0,09$	185,1 $\pm 40,6$	20,4 $\pm 2,7$	–	–	50,4 $\pm 8,6$	50,1 $\pm 4,5$	85,7 $\pm 1,12$
Ґрунт, 3 м	0,26 $\pm 0,04$	1040,2 $\pm 200,1$	20,12 $\pm 2,1$	–	–	80,2 $\pm 7,3$	45,12 $\pm 2,12$	180,10 $\pm 23,25$
Ґрунт, 5-20 м	0,12 $\pm 0,01$	185,1 $\pm 1,76$	15,05 $\pm 1,08$	5,62 $\pm 0,14$	–	1565,2 $\pm 166,2$	70,07 $\pm 8,07$	215,28 $\pm 6,45$
Ґрунт, контроль, 1000 м	0,12 $\pm 0,01$	16,12 $\pm 1,11$	3,12 $\pm 0,14$	–	–	55,3 $\pm 12,3$	1,9 $\pm 0,10$	–
Деревій звичайний, 5 м	0,33 $\pm 0,01$	4,12 $\pm 0,12$	5,12 $\pm 0,14$	–	0,33 $\pm 0,01$	2,29 $\pm 0,22$	1,26 $\pm 0,02$	1,55 $\pm 0,03$
Полин гіркий, 5 м	0,25 $\pm 0,03$	14,14 $\pm 0,02$	7,23 $\pm 0,12$	–	–	2,18 $\pm 0,12$	–	–
Кропива дводомна, 5 м	–	–	–	–	–	–	–	–
Пирій повзучий, 20 м	–	–	–	–	–	–	–	–

Примітка: «–» – речовини не виявлено.

Згідно з аналізом попередніх досліджень науковців, встановлено, що безпосередньо в с. Вишнівчик Теребовлянського району поблизу складу зі зберігання залишків невикористаних та заборонених ХЗЗР (кількість невизначених агрохімікатів 4000 кг), зареєстрована найбільша кількість забруднення (табл. 3) [7].

3. Вміст ХЗЗР у ґрунті (глибина проб 0–30 см) залежно від відстані дослідження до складу отрутохімікатів, мг/кг

Місце відбору зразка	Вид агрохімкату	Вміст агрохімкату, мг/кг у ґрунті
в складі	Симтриазин	7,5
	ГХЦГ	5,7
	ДДТ	3,7
	Метафос	0,6
	Хлорофос	0,4
	2,4-Д-амінна сіль	1,4
10 м від складу	Симтриазин	Не виявлено
	ГХЦГ	0,04
	ДДТ	0,03
	Метафос	0,09
	Хлорофос	Не виявлено
	2,4-Д-амінна сіль	0,03
100 м від складу	Симтриазин	Не виявлено
	ГХЦГ	0,01
	ДДТ	0,02
	Метафос	0,04
	Хлорофос	Не виявлено
	2,4-Д-амінна сіль	0,01

Джерело: дані [7].

Гранично допустима концентрація ХЗЗР у ґрунті: симтриазин – 0,2 мг/кг ґрунту; гексахлоран (ГХЦГ) – 0,1; ДДТ – 0,1; метафос – 0,1; хлорофос – 0,5; 2,4-Д-амінна сіль – 0,25 мг/кг ґрунту [17].

Отже, отримані результати узгоджуються та певною мірою доповнюють відомі дані науковців, що своєю чергою, підтверджує актуальність здійсненого дослідження.

Висновки

1. Нині на складі с. Вишнівчик Тернопільської області зберігається 4000 т невикористаних та непридатних ХЗЗР, що є потенційною екологічною небезпекою для довкілля.

2. Складське приміщення створене за застарілими технологіями (1978 р.), тому не має гарантії придатності для подальшої консервації непридатних та застарілих ХЗЗР. Необхідно шукати альтернативні методи усунення цих речовин, наприклад, утилізації з використання спеціальних технологій.

3. Виявлено, що найбільший вміст залишків ХЗЗР поблизу території самого складу (1–5 м). На відстані до 100 м забруднення практично не виявлені. Отже, необхідно перевірити стан контейнерів старих захоронень, оскільки це може стати причиною для забруднення навколишньої екосистеми.

4. Найбільше в досліджуваному ґрунті виявлено ДДТ, ГХЦТ, агрохімікатів симтріазинових похідних, помітно менше або взагалі не виявлено метафосу, хлорофосу, 2,4-Д-амінної солі.

Наведено результат моніторингу ґрунту в зоні досліджуваного складу.

Перспективи подальших досліджень. Результати проведених досліджень є тривожним сигналом, й мотивують щодо подальшого вивчення стану всередині складу самих отрутохімікатів та їх контейнерів, оскільки Теребовлянська районна адміністрація продовжує перезатарення та вивезення непридатних ХЗЗР із с. Різдяне до складу с. Вишнівчик.

References

1. Pro pestytsydy i ahrokhimikaty: *Zakon Ukrainy vid 02.03.1995*. (1995). Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 14, 91 [In Ukrainian].
2. Alekperova, O. (2005). Kilka tsyfr shchodo zastosuvannya pestytsydiv v Ukraini. *Propozytsiia: Ukrainskyi Zhurnal z Pytan Ahrobiznesu*, 4 (119), 54–55 [In Ukrainian].
3. Mykytas, A. I. (2008). *Zbirnyk normatyvno-pravovykh aktiv ta metodychnykh materialiv z pytan bezpechnoho provedennia robiz iz pestytsydamy i ahrokhimikatomy*. Ministerstvo ahraryi polityky Ukrainy. DVNZ «KhDAU». Kherson: Kolos [In Ukrainian].
4. Ramos, M. K., Petruk, R. V., Ishchenko, V. A., & Petruk, H. D. (2017). Dzherela ekolohichnoi nebezpeky u provintsii El-Oro Ekvadoru. *Naukovi Pratsi VNTU*, 1. Retrieved from: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/496/493> [In Ukrainian].
5. Petruk, R. V., Petruk, V. H., & Bereziuk, A. P. (2013). Ekolohichna bezpeka skladiv i skhovyshch otrutokhimikativ i vidnovlennia zemel navkolo nykh. *Visnyk Kremenchutskoho Natsionalnoho Universytetu Imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, 3, 197–202. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkdpu_2013_3_38.7 [In Ukrainian].
6. Petruk, R. V., & Petruk, V. H. (2010). Ekolohichna bezpeka khimichnykh skladiv, skhovyshch pestytsydiv do prylehlykh zemel. *Ekolohichni problemy rehioniv Ukrainy: mater. XII Vseukrain. nauk. konf. studentiv, mahistriv i aspirantiv*. Odesa: ODEKU [In Ukrainian].
7. Yavorov, V. M., & Nikitin, O. K. (2010). Stan zberihannia neprydatnykh ta zaboronenykh do vykorystannia pestytsydiv ta nakopychennia yikh v gruntakh pryskladskykh terytorii Natsionalnoho pryrodnoho parku «Podilski Tovtry». *Zbirnyk Naukovykh Pratsi Podilskoho Derzhavnogo Ahraryo-Tekhnichnoho Universytetu*, 18, 28–33. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu_2010_18_9 [In Ukrainian].
8. Mokliachuk L. I., Baranov Yu. S., Horodyska I. M., Monarkh V. V. (2012). Sklady zberihannia neprydatnykh ta zaboronenykh do vykorystannia khimichnykh zasobiv zakhystu roslyn – dzherelo nebezpeky dlia navkolyshnoho seredovyscha. *Zbirnyk Naukovykh Prats VNAU*, 1 (57) 65–69 [In Ukrainian].
9. Lokhanska, V. Y., Samkova, O. P., & Hutovska, H. F. (2012). Bioekolohichni monitorynh zabrudnennia ґрунту, pidanoho bioremediatsii, u zoni skladu z neprydatnymy pestytsydamy. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnogo Ahraryoho Universytetu*, 1, 157–161 [In Ukrainian].
10. Velychko, H. M., & Yurchenko, A. I. (2017). Metody znezarazhennia ґруntiv zabrudnennykh pestytsydamy v raioni roztashuvannya skladiv neprydatnykh do vykorystannia pestytsydiv. *Ekolohichna bezpeka: problemy i shliakhy vyrishennia materialy XIII mizhnar. nauk.-prakt. konf. UKRNDIEP*. Kharkiv: Raider [In Ukrainian].
11. Yurchenko, A. I., & Velychko, H. M. (2018). Neprydatni pestytsydy: stan zberihannia ta problemy povodzhennia. *Ekolohichna bezpeka: problemy i shliakhy vyrishennia materialy XIV mizhnar. nauk.-prakt.*

konf. UKRNDIEP. Kharkiv: Raider [In Ukrainian].

12. Mahmood, F., Khan, I., Ashraf, U., Shahzad, T., Hussain, S., Shahid, M., Abid M., & Ullah, S. (2017). Effects of organic and inorganic manures on maize and their residual impact on soil physico-chemical properties. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17, 22–32. doi: 10.4067/s0718-95162017005000002.

13. Migliorini, P., Moschini, V., Tittarelli, F., Ciaccia, C., Benedettelli, S., Vazzana, C., & Canali, S. (2014). Agronomic performance, carbon storage and nitrogen utilisation of long-term organic and conventional stockless arable systems in Mediterranean area. *European Journal of Agronomy*, 52, 138–145. doi:10.1016/j.eja.2013.09.017.

14. Włóka D., Kacprzak, M., & Placek, A. (2015). Badanie kinetyki procesu biodegradacji wybranych zanieczyszczeń organicznych w glebie. In J. Wiśniewski, M. Kutylowska, & A. Trusz-Zdybek (Eds.). *Interdyscyplinarne Zagadnienia w Inżynierii i Ochronie Środowiska*, (edition: 5, chapter: 45). (pp. 468–479). Oficyna Wrocław: Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej: doi: 10.13140/rg.2.1.2932.1127.

16. Shah, G. M., Shah, G. A., Groot, J. C. J., Raza, M. A. S., Shahid, N., Lantinga, E. A. (2016). Maize nitrogen recovery and dry matter production as affected by application of solid cattle manure subjected to various storage conditions. *Source Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16 (3), 591–603. doi: 10.4067/S0718-95162016005000030.

17. Ivankiv, M. Ya., & Vovk, S. O. (2014). Accumulation of organochlorine pesticides in vegetation around of places of their storage. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis, Agricultura, Alimentaria, Piscaria, et Zootechnica. Szczecin*, 315 (32), 15–20.

Стаття надійшла до редакції 27.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гловин Н. М., Павлів О. В. Екологічний моніторинг забруднення ґрунту прискладської території непридатних та заборонених до використання хімічних засобів захисту рослин Тернопільської області. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 92–99.

© Гловин Надія Миронівна, Павлів Олег Володимирович, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 633.11:581.1 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.12

REACTION OF CROPS ON SOIL POLLUTION WITH OIL

L. A. Kolesnikova,

ORCID ID: [0000-0001-8394-7715](https://orcid.org/0000-0001-8394-7715), E-mail: larisa.kolesnikova@ukr.net,

M. A. Galytska,

ORCID ID: [0000-0003-2579-0515](https://orcid.org/0000-0003-2579-0515), E-mail: maryna.galytska@pdaa.edu.ua,

M. A. Pischalenko,

ORCID ID: [0000-0001-8954-8256](https://orcid.org/0000-0001-8954-8256), E-mail: marina_pischalenko@ukr.net,

O. V. Barabolia,

ORCID ID: [0000-0001-8954-8256](https://orcid.org/0000-0001-8954-8256), E-mail: olga.barabolia@ukr.net,

D. I. Chubuk,

E-mail: dariachubuk18@gmail.com,

O. A. Litvishko,

E-mail: ksyushalitivishko96@gmail.com

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

The expediency of solving ecological problems concerning the pollution of farm lands with oil by determining the toxic effect of different oil contamination levels on the resistance of crops, which are most widely spread in the region (on the example of winter and spring wheat) was substantiated in the article. Attention is focused on the connection of oil contamination with changing plant anatomical-morphological indices according to dose-effect type. Separate problem aspects of the reasons of oil polluted soil phyto-toxicity, the effect on winter and spring wheat germination, their growth characteristics, and morphological changes in stress conditions were substantiated. The stimulating effect of oil contamination at a level of ≤ 5 мл/kg of soil was shown. The effect was manifested in activating seed germination and developing sprouts' vegetative organs. Interrelation between crude oil content in the soil was revealed according to indices of environmental effect on test-crops. It has been established that winter wheat is more resistant to the influence of different levels of soil oil contamination concerning similarity and lamina parameters. Investigating the morphological manifestations of toxic properties of crude oil components on spring wheat sprouts was based on studying the dynamics of structural organization of functionally active green leaves; yellowing leaves; shrunk and dried-up leaves of perished plants. It has been revealed that a combined action of two similarly directed physical-chemical factors is the reason of phyto-toxicity in the conditions of considerable modeled soil oil contamination. These factors are: chemical – the toxicity of methane, oil aromatic hydrocarbons and physical – increasing the acquired soil hydrophobia (water-repellent property), which considerably retards and stops the processes of gas and water exchange between the soil and plants, resulting in low seed germination, sprouts' growth inhibition, decreasing the amount of structural- fibrous bundles and chlorenchyma in lamina, wheat destruction, drying-up, and mortality of wheat.

Key words: spring wheat, lamina, soil, oil pollution, phyto-toxicity, micro-morphology.

РЕАКЦІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН НА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ НАФТОЮ

Л. А. Колєснікова, М. А. Галицька, М. А. Піщаленко, О. В. Бараболя, Д. І. Чубук, О. А. Литвишко,
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті обґрунтовано доцільність розв'язання екологічних проблем з нафтовим забрудненням земель сільськогосподарського призначення шляхом визначення токсичного впливу різних рівнів наф-

тового забруднення на стійкість найбільш поширених у регіоні сільськогосподарських культур (наприкладі пшениці озимої та пшениці ярої). Акцентовано увагу на зв'язку дози забруднення нафтою зі зміною анатомо-морфологічних показників рослин за типом доза – ефект. Обґрунтовано окремі аспекти проблеми причин фітотоксичності нафтозабруднених ґрунтів, вплив на схожість пшениці озимої та пшениці ярої, їхні ростові характеристики, морфологічні зміни в стресових умовах. Показано стимулюючий ефект нафтового забруднення на рівні ≤ 5 мл/кг ґрунту, що проявляється в активації проростання насіння та розвитку вегетативних органів проростків. Виявлено взаємозв'язок між вмістом сирої нафти у ґрунті за показниками екологічного впливу на тест-культури. Встановлено, що пшениця озима порівняно з ярою є більш стійкою культурою до впливу різних рівнів нафтового забруднення ґрунту за показниками схожості та параметрами листової пластинки. З'ясовано, що причинами фітотоксичності в умовах значного модельованого нафтового забруднення ґрунту є поєднана дія двох однонаправлено діючих фізико-хімічних факторів: хімічного – токсичністю метанових, ароматичних вуглеводнів нафти та фізичного – збільшенням набутої гідрофобності ґрунту, що значно гальмує й зупиняє процеси газо- та водообміну між ґрунтом і рослинами, призводячи до низької схожості насіння, затримки росту проростків, зменшення кількості структурно-волокнутих пучків і хлоренхіми в листовій пластинці, деструкції, висихання та загибелі пшениці.

Ключові слова: пшениця яра, листовая пластинка, ґрунт, нафтове забруднення, фітотоксичність, мікоморфологія.

РЕАКЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ НЕФТЬЮ

Л. А. Колесникова, М. А. Галицкая, М. А. Пищаленко, О. В. Бараболя, Д. И. Чубук, А. А. Литвишко,
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В статье акцентируется внимание на связь дозы загрязнения нефтью с изменением анатомо-морфологических показателей по типу доза – эффект. Обоснованы отдельные аспекты проблемы причин фитотоксичности нефтезагрязненных почв, влияние на всхожесть, ростовые характеристики, морфологические изменения в стрессовых условиях. Показан стимулирующий эффект нефтяного загрязнения на уровне ≤ 5 мл / кг почвы, что проявляется в активации прорастания семян и развитии вегетативных органов проростков. Выявлена взаимосвязь между содержанием сырой нефти в почве по показателям экологического воздействия на тест-культуры. Установлено, что причинами фитотоксичности в условиях значительного моделируемого нефтяного загрязнения почвы является сочетанное действие двух однонаправленно действующих физико-химических факторов: химического – токсичностью метановых, ароматических углеводородов нефти и физического – увеличением приобретенной гидрофобности почвы.

Ключевые слова: пшеница яровая, листовая пластинка, почва, нефтяное загрязнение, фитотоксичность, микроморфология.

Вступ

Нині на Полтавщині, та й загалом в Україні, одне з провідних місць з-поміж екологічних проблем займає нафтове забруднення навколишнього природного середовища, зокрема ґрунтів сільськогосподарського призначення.

Аналіз основних досліджень і публікацій свідчить про те, що екологічні наслідки забруднення нафтою залежать від трьох груп факторів: параметрів забруднення, властивостей ґрунту, характеристик зовнішнього середовища [2, 4, 7]. Варто зазначити, що натеper з'явилося чимало наукової інформації стосовно хімічного складу нафти та її впливу на об'єкти навколишнього середовища [15, 16]. Однак необхідно пам'ятати, що нафта кожного регіону має характерний склад і в кожній ґрунтово-кліматичній зоні виявляє свої властивості по-різному. Добре відомо, що ґрунт, забруднений сирою нафтою, не здатний повноцінно виконувати свої екологічні, зокрема загальнобіосферні та сільськогосподарські функції [8, 14, 18].

В Україні проводяться комплексні дослідження з розробки технологій використання нафтозабруднених земель для потреб сільського господарства [9, 6, 11]. З огляду на те, що на Полтавщині значна частина АПК знаходиться в нафтовидобувних районах, актуальним питанням залишається наукове

обґрунтування екологічної оцінки агрофітоценозів, що підпадають під техногенний вплив, міграції хімічних речовин та їх наслідків у системі «ґрунт – рослина» [13, 21, 22], небезпечності використання зеленої маси та зерна, отриманих на нафтозабруднених ґрунтах [17].

У своїх дослідженнях на основі аналізу ми поставили за *мету* з'ясувати токсичний вплив різних рівнів нафтового забруднення на стійкість найбільш поширених у регіоні сільськогосподарських культур (на прикладі пшениці озимої та пшениці ярої).

Завдання досліджень: на підставі аналізу отриманих результатів схожості насіння і морфометричних параметрів проростків виявити взаємозв'язок між вмістом сирої нафти у ґрунті за показниками екологічного впливу на тест-культури.

Матеріали і методи досліджень

На першому етапі проводили лабораторні досліді, використовуючи ґрунт з екологічно стабільної території. Повторність у досліді – триразова, закладка – одночасна. У посудини з ґрунтом вносили сиру нафту, відповідно до наступних рівнів забруднення 0; 5; 10; 20; 30; 40; 50 мл/кг. На відкритому штучно забрудненому ґрунті через 18 днів (необхідно, щоб легкі сполуки нафти випарувалися) висіяли дослідні рослини, здійснюючи спостереження за показниками росту і розвитку на ранніх фазах вегетації. Контрольну групу склали проростки, вирощені на ґрунті, що не містив компонентів сирої нафти. Для вивчення впливу вуглеводневого забруднення на розвиток рослин ми використали такі сільськогосподарські культури: пшениця яра, пшениця озима. Реакція рослин на забруднення ґрунту нафтою оцінювалася візуально у процесі вегетації. Ростові процеси визначали вимірюванням окремих частин рослин за допомогою лінійки. Для мікоморфологічних досліджень були використані напівтонкі поперечні зрізи листової пластинки (далі буде – ЛП) експериментальної групи проростків на стадії формування четвертого листка, вирощені на ґрунті з модельованим забрудненням. Біозразки готували згідно з класичною методикою для електронної мікроскопії [3].

Результати досліджень та їх обговорення

Відомо, що токсичність ароматичних вуглеводнів нафти, гідрофобність ґрунту та порушення мікродифузії елементів живлення до коренів через наявність нафтової плівки є лімітуючими фізико-хімічними факторами, що гальмують пророщення й обмежують життєдіяльність вищих рослин в умовах значного нафтового забруднення ґрунту.

Наведені значення (табл. 1) схожості та біометричних показників пшениці ярої у разі дії різних концентрацій нафти у ґрунті, дають підставу стверджувати, що за збільшення дози нафтового забруднення від 20 до 50 мл/кг спостерігається уповільнення, порівняно з контролем, процесів росту вегетативних органів проростків пшениці в усіх дослідних варіантах. У пшениці озимої аналогічні показники змінювалися у разі збільшення дози нафтового забруднення від 30 до 50 мл/кг.

У разі дози нафтового забруднення 5 мл/кг спостерігається стимуляція: процент схожості та біометричні характеристики перевищують контроль в усіх дослідних варіантах. Отримані результати збігаються з даними інших дослідників [1, 19, 20].

Як показали результати експерименту, при збільшенні концентрації полутанту до 50 мл/кг спостерігається пряма залежність зменшення числових значень ростових характеристик тест-культур. Базуючись на даних експерименту, встановлено, що пшениця озима порівняно з ярою є більш стійкою культурою до впливу різних рівнів нафтового забруднення ґрунту за показниками схожості та параметрами листової пластинки. Це дає підставу вибрати як об'єкт мікоморфологічних досліджень вивчення фітотоксичності ґрунту пшеницю яру, що найбільш широко використовується в дослідному районі та є цінною страховою культурою для пересіву загиблених посівів пшениці озимої Полтавської області.

Для дослідження морфологічних проявів токсичних властивостей компонентів сирої нафти на проростки пшениці ярої вивчали динаміку структурної організації функціонально-активних зелених листків; жовтіючих листків; зморщених та висохлих листочків загиблених рослин.

Одним із проявів адаптації рослин до впливу екологічних стресів є зміна структури мезофілу і, як наслідок, – фотосинтетичного потенціалу рослин загалом. У попередньо проведених дослідженнях [5, 10, 12] з'ясовано, що для проростків пшениці на стадії третього-четвертого листка різко зростає їх роль як основного фотосинтезуючого органа зелених рослин, які й визначають майбутню продуктивність посівів.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Порівняння впливу нафтового забруднення ґрунту на розміри та вагу листкових пластинок проростків

Доза нафти, мл/кг	Схожість, %	Параметри пластинки			
		довжина плас- тинки, см	ширина плас- тинки, мм	маса сирій плас- тинки, мг	товщина плас- тинки, мк
Пшениця яра					
Контроль 0	91	16,8...17,3	3,3...3,5	2,7...3,2	110...130
5	94	18,5...18,9	4,0...4,2	3,4...3,8	150...170
10	91	16,5...16,8	3,2...3,4	2,7...2,9	110...130
20	88	15,6...16,1	3,0...3,2	2,1...2,4	100...120
30	32	10,6...10,9	2,6...2,8	1,3...1,7	90...100
40	2	5,7; 6,1	2,5; 2,7	0,6; 1,0	85; 95
50	2	5,5; 5,9	2,4; 2,6	0,5; 0,7	83; 90
Пшениця озима					
Контроль 0	92	21,6...22,1	3,3...3,5	2,7...3,2	110...130
5	94	23,8...24,4	4,0...4,2	3,4...3,8	150...170
10	92	21,6...22,1	3,2...3,4	2,7...2,9	110...130
20	91	20,6...21,1	3,0...3,2	2,1...2,4	100...120
30	65	15,6...15,9	2,6...2,8	1,3...1,7	90...100
40	34	10,7... 10,1	2,5; 2,7	0,6; 1,0	85; 95
50	28	9,5... 9,9	2,4; 2,6	0,5; 0,7	83; 90

Мезофіл четвертого листка проростків пшениці ярої в контролі займає центральну частину ЛП й утворений губчатою хлоренхімою. Вона складається з рихло розміщених хлоренхімних клітин, основна функція яких – забезпечення фотосинтетичних процесів. Крупні міжклітинники забезпечують відносно рівномірне постачання клітинам мезофілу повітря (рис. 1). Для мезофілу ЛП характерна виражена гетерогенність складників його паренхімних клітин. Ця гетерогенність корелює з функціональними особливостями паренхімних клітин. Дрібні, малодиференційовані клітини округлої форми містять велике ядро, поодинокі зерна хлорофілу та вільно розміщені на кінцях ЛП, а також подекуди виявляються у товщі гребенів. Це камбіальні клітини, які забезпечують проліферацію мезофілу й латеральний та інтеркалярний ріст ЛП. Асиміляційна паренхіма представлена значною кількістю паренхімних клітин випуклої форми, розміщених під епідермісом. Їх цитопlasma містить багато хлоропластів. Добра освітленість і наявність міжклітинників забезпечує цим клітинам оптимальні умови для газообміну і фотосинтезу. Потрібно зауважити, що в цитоплазмі хлоренхімних клітин, котрі розміщені вздовж бокової поверхні епідермісу, чимало хлоропластів локалізовано біля клітинної оболонки. У цитоплазмі хлоренхімних клітин, що розміщені в товщі ЛП, зерна хлорофілу виявляються, переважно, в центрі (рис. 1) і не виявляються біля клітинної оболонки. Це свідчить про те, що залежно від освітленості відбувається активне переміщення в цитоплазмі асиміляційних клітин гранул хлорофілу. Зовнішня піхва СВП сформована облягаючими клітинами, які є похідними паренхіми. Вони більші за своїми розмірами від клітин хлоренхіми, практично не містять хлоропластів і здійснюють транзит синтезованих органічних сполук від хлоренхіми до клітин флоєми СВП.

Для здійснення процесів асиміляції, газообміну та транспірації кожна клітина хлоренхіми повинна безпосередньо контактувати з повітряним середовищем, чому сприяє губчата будова мезофілу. Структура міжклітинного простору має вирішальний вплив на дифузійну проникність, адсорбційну здатність і транспірацію мезофілу. Міжклітинний простір утворений множиною проміжків між паренхіматозними клітинами, які є складовими мезофілу ЛП.

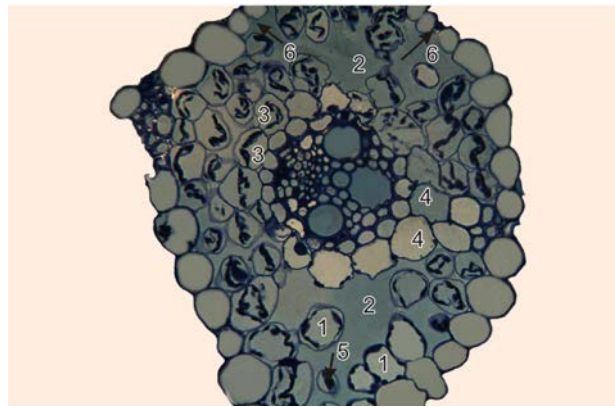


Рис. 1. Мікроструктура листової пластинки четвертого листка проростка пшениці ярої в контролі (норма)

Примітки: збільшення – 400*, забарвлення – метиленовий блакитний; 1 – хлоренхімні клітини мезофілу ЛП; 2 – крупний міжклітинник (макропора) у центральному гребені ЛП; 3 – хлоропласти в центрі цитоплазми хлоренхімних клітин; 4 – облягаючі клітини центрального СВП; 5 – малодиференційована хлоренхімна клітина; 6 – продихи.

Отже, безперервні процеси дифузії та масопереносу газоподібних речовин у паренхімі ЛП відбуваються у напрямку: «зовнішнє середовище ↔ продихи ↔ макропора ↔ мезопора ↔ мікропора». У товщі ЛП у зоні розміщення гребенів (рис. 2) спостерігається безпосередній контакт облягаючих клітин СВП із макропорою. Це сприяє дифузії речовин і транспірації в напрямку: СВП ↔ облягаючі клітини ↔ макропора ↔ продихи ↔ повітряне середовище. Із наведених даних маємо, що регуляція об'єму міжклітинного простору в губчатій паренхімі ЛП має важливе значення для здійснення процесів фотосинтезу, газообміну і транспірації клітинами мезофілу.

Зі збільшенням нафтового забруднення ґрунту від 10 мл/кг до 30 мл/кг співвідношення «відкриті – закриті» продихи змінюється від 1:2 до 1:4. Досить рідко на гребенях ЛП виявляються волоскові клітини. Варто зауважити, що в тих місцях, де в нормі виявляються типові волоскові клітини і ті, що тільки-но формуються, в умовах нафтового забруднення ґрунту на поверхні гребенів листової пластинки волоскові клітини не спостерігаються. Мезенхіма ЛП «пронизана» впродовж розташованими провідними волокнистими пучками, відстань між якими менша, ніж в контрольних зразках. Привертає увагу і той факт, що у разі нафтового забруднення ґрунту в малих СВП, розміщених по краях ЛП, виявляються елементи ксилеми (рис. 2).

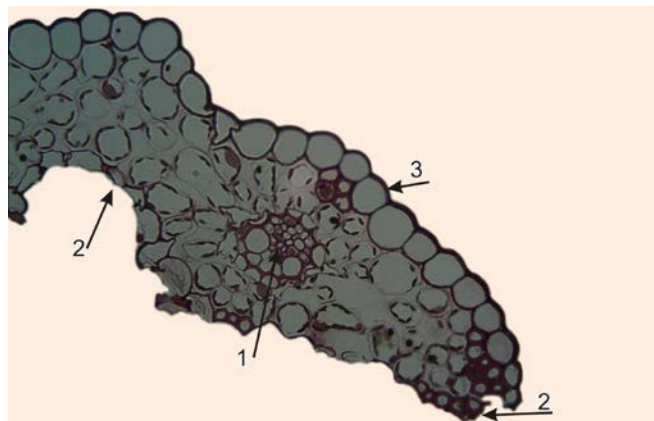


Рис. 2. Мікроструктура крайової зони листової пластинки четвертого листка проростків пшениці ярої в експерименті за концентрації сирої нафти у ґрунті 30 мл/кг

Примітки: збільшення – 400*, забарвлення – метиленовий блакитний; 1 – елементи ксилеми в малому СВП, який розміщений на краю ЛП; 2 – локальні ділянки деструкції клітин епідермісу на зовнішній поверхні ЛП; 3 – потовщення кутикули на поверхні ЛП.

Збільшення кількості елементів ксилеми в ЛП, особливо в периферично розміщених малих СВП, свідчить про недостатнє надходження води й водорозчинних мінеральних сполук з кореневої системи рослин у вегетативні органи, передусім, до листків.

Результати вивчення схожості зерен пшениці у разі нафтового забруднення ґрунту (40–50 мл/кг) дали змогу встановити, що цей показник складає всього 2 %. За короткий проміжок часу після сходу проростки пшениці ярої на стадії розвитку «третього-четвертого прикореневого листків» жовтіють, листки зморщуються, висихають – і рослини гинуть, тому що нафтове забруднення ґрунту (30 мл/кг) значно впливає на розміри і мікоморфологію ЛП четвертого листка проростків пшениці ярої. Мікоморфологічні дослідження свідчать, що нафтове забруднення ґрунту (40 мл/кг) суттєво впливає на розміри й мікоморфологію ЛП четвертого листка. Прикореневі розгорнуті листки проростків пшениці знаходяться у відносно активному морфофункціональному стані, мають, переважно, блідо-зелене, рідше зелене забарвлення, чітко виражену рифлену поверхню (рис. 3).

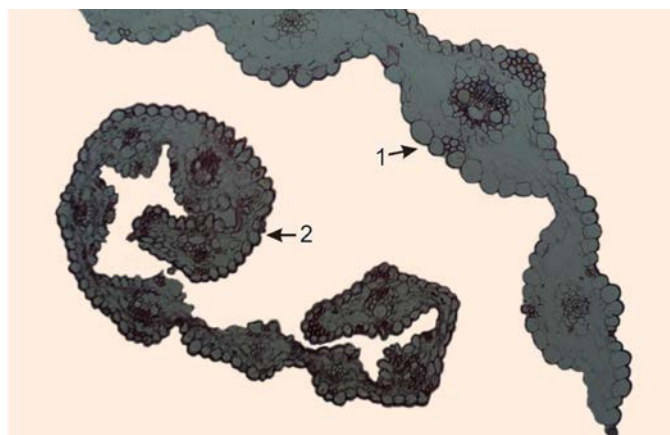


Рис. 3. Мікроструктура листкової пластинки четвертого листка проростків пшениці в експерименті за концентрації сирої нафти у ґрунті 40–50 мл/кг

Примітки: збільшення – 100*, забарвлення – метиленовий блакитний; 1 – зріз ЛП (доза нафти 40 мл/кг); 2 – зріз ЛП (доза нафти 50 мл/кг).

Товщина ЛП четвертого листка в 1,4 раза менше, ніж у нормі. Клітини епідермісу – переважно випуклої циліндричної форми, щільно прилягають боковою поверхнею одна до одної. Із зовнішнього боку вони вкриті товстим шаром кутикули. Окремі епідерміоцити містять велике ядро й чітко оконтуровану вакуоль. На відмінну від препаратів ЛП контрольної групи, в епідерміоцитах прикорневих листочків рослин, що проросли на забрудненому нафтою ґрунті, виявлені темні, оптично щільні, сферичної форми, нерозчинні у клітинному соку включення, які частіше фіксуються в цитоплазмі хлоренхімних клітин, розміщених поблизу СВП. Клітини хлоренхіми в окремих місцях ЛП мають переважно округлу форму, розміщені розпорошено, більш вільно, ніж у ЛП контрольних проростків, іноді містять окремі зерна хлорофілу. Розміри клітин візуально менші, ніж у контролі. Помітно зростає об'єм внутрішньоклітинного простору за рахунок повітряних порожнин. Спостерігається асиметричне розміщення провідних пучків відносно центральної жилки, зменшення їхньої кількості та ширини ЛП листків проростків пшениці, що проросли на ґрунтах зі значним забрудненням.

У зів'ялих листках проростків пшениці (нафтозабруднення становить 50 мл/кг) спостерігається процес тотальної деструкції клітин епідермісу та хлоренхіми. Пікноз клітин супроводжується зміною їх форми і зменшенням об'єму. Виявляються локальні ділянки клітинної оболонки, на яких відсутній кутикулярний шар. Ймовірно, у разі деформації епідерміоцитів відбувається «злушчування» часточок кутикули. Клітинна оболонка деяких епідерміоцитів пошкоджена, фрагментована. У результаті дегідратації та пікнозу значна кількість епідерміоцитів зморщена. У багатьох випадках зовнішня клітинна оболонка під впливом внутрішніх сил поверхневого натягу води впинається й наближається до протилежної оболонки клітини. Спостерігаються морфологічні прояви апоптозу ядер і подальше їхнє руйнування.

Висновки

Отримані результати проведеного дослідження дали змогу встановити стимулюючий ефект нафтового забруднення на рівні ≤ 5 мл/кг ґрунту, що проявляється в активації проростання насіння та розвитку вегетативних органів проростків. Доведено, що збільшення кількості елементів ксилеми в ЛП, особливо в периферично розміщених малих СВП, є наслідком недостатнього надходження води й водорозчинних мінеральних сполук з кореневої системи рослин у вегетативні органи, і передусім, до листків. Визначено, що токсичність ароматичних вуглеводнів нафти, гідрофобність ґрунту та порушення мікродифузії елементів живлення до коренів є лімітуючими фізико-хімічними факторами, що гальмують проростання й обмежують життєдіяльність вищих рослин в умовах значного модельованого нафтового забруднення ґрунту (30–50 мл/кг). Загибель рослин проявляється при забрудненні ґрунту нафтопродуктами на рівні ≥ 40 мл/кг ґрунту.

Морфологічні спостереження у разі нафтового забруднення ґрунту (40–50 мл/кг) виявлено в епідерміоцитах включення, що мають в'язку консистенцію і є вуглеводневими компонентами нафти.

Перспективи подальших досліджень – проведення комплексних транслокацій нафтових вуглеводнів з ґрунту в сільськогосподарські рослини.

References

1. Adam, G. & Duncan, H. (1999). Effect of diesel fuel on growth of selected plant species. *Environmental Geochemistry and Health*, 21, 353–357. doi: 10.1023/A:1006744603461.
2. Baek, K.-H., Kim, H.-S., Oh, H.-M., Yoon, B.-D., Kim, J., & Lee, I.-S. (2004). Effects of Crude Oil, Oil Components, and Bioremediation on Plant Growth. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 39 (9), 2465–2472. doi: 10.1081/ese-200026309.
3. Barykina, R. P., Veselova, T. D., & Devyatov, A. G. (2000). *Osnovy mikrotehnicheskikh issledovanij v botanike*. Moskva: MGU [In Russian].
4. Brandão, M., Milà i Canals, L., & Clift, R. (2011). Soil organic carbon changes in the cultivation of energy crops: Implications for GHG balances and soil quality for use in LCA. *Biomass and Bioenergy*, 35 (6), 2323–2336. doi: 10.1016/j.biombioe.2009.10.019.
5. Dudkina, O. & Kaplun, A. (2010). Urozhaj formuye listya. *Propoziciya*, 6, 20–22 [In Ukrainian].
6. Galitskaya, P. (2016). Biochar carrying hydrocarbon decomposers promotes degradation during the early stage of bioremediation. *Biogeosciences*, doi: 10.5194/bg-2016-292-ac4.
7. J. M., C., P. R. M., L., R. N., M., I. S., T., N. M. M. G., S., & E. D., B. (2013). Phytotoxicity of Soil Contaminated with Petroleum Derivatives and Biodiesel. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology*, 8 (1), 49–54. doi: 10.5132/eec.2013.01.007.
8. Kisić, I., Mesic, S., Basic, F., Brkic, V., Mesic, M., Durn, G., Zgorele, Z., & Bertovic, L. (2009). The effect of drilling fluids and crude oil on some chemical characteristics of soil and crops. *Geoderma*, 149 (3–4), 209–216. doi: 10.1016/j.geoderma.2008.11.041.
9. Kolyesnikova, L. A. (2011). Agroekosistema v umovah tehnogenного navantazhennya Reshetnyakivskogo rodovisha Poltavskoyi oblasti. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, 2, 162–169 [In Ukrainian].
10. Konoplova, Ye. L. (2013). Osoblivosti rostu ta rozvitku roslin pshenici ozimoyi protyagom vesnyano-litnoyi vegetaciyi v pivnichnomu Stepu Ukraini. *Byuleten DU ISG SZ NAANU*, 4, 116–120 [In Ukrainian].
11. Muratova, A. Y., Dmitrieva, T. V., Panchenko, L. V., & Turkovskaya, O. V. (2008). Phytoremediation of Oil-Sludge-Contaminated Soil. *International Journal of Phytoremediation*, 10 (6), 486–502. doi: 10.1080/15226510802114920.
12. Lebedev, S. I. (1972). *Fiziologiya rastenij*: Izd. 2. Kiev: Visha shkola [In Russian].
13. Pysarenko, P. V., Samojlik, M. S., Plaksienko, I. L., & Kolesnikova, L. A. (2019). Conceptual framework for ensuring resource and environmental safety in the region. *Theoretical and Applied Ecology*, 2, 137–142. doi: 10.25750/1995-4301-2019-2-137-142.
14. Ramamurthy, A. S., & Memarian, R. (2011). Phytoremediation of Mixed Soil Contaminants. *Water, Air, & Soil Pollution*, 223 (2), 511–518. doi: 10.1007/s11270-011-0878-6.
15. Raymond, R. L., Hudson, J. O., & Jamison, V. W. (1976). Oil degradation in soil. *Applied and Environmental Microbiology*, 31 (4), 522–535.
16. Roy, A. S., Baruah, R., Borah, M., Singh, A. K., Deka Boruah, H. P., Saikia, N., Deka, M., Dutta, N.,

& Chandra Bora, T. (2014). Bioremediation potential of native hydrocarbon degrading bacterial strains in crude oil contaminated soil under microcosm study. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 94, 79–89. doi: 10.1016/j.ibiod.2014.03.024.

17. Salanitro, J. P., Dorn, P. B., Huesemann, M. H., Moore, K. O., Rhodes, I. A., Rice Jackson, L. M., Vipond, T. E., Western, M. M., & Wisniewski, H. L. (1997). Crude Oil Hydrocarbon Bioremediation and Soil Ecotoxicity Assessment. *Environmental Science & Technology*, 31 (6), 1769–1776. doi: 10.1021/es960793i.

18. Shankar, S., Kansraj, C., Dinesh, M. G., Satyan, R. S., Kiruthika, S., & Tharanipriya, A. (2013). Application of indigenous microbial consortia in bioremediation of oil-contaminated soils. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 11 (2), 367–376. doi: 10.1007/s13762-013-0366-1.

19. Shen, W., Zhu, N., Cui, J., Wang, H., Dang, Z., Wu, P., Luo, Y., & Shi, C. (2016). Ecotoxicity monitoring and bioindicator screening of oil-contaminated soil during bioremediation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 124, 120–128. doi: 10.1016/j.ecoenv.2015.10.005.

20. Tang, J., Wang, M., Wang, F., Sun, Q., & Zhou, Q. (2011). Eco-toxicity of petroleum hydrocarbon contaminated soil. *Journal of Environmental Sciences*, 23 (5), 845–851. doi: 10.1016/s1001-0742(10)60517-721.

21. Taranenko, A., Kulyk, M., Galytska, M., & Taranenko, S. (2019). Effect of cultivation technology on switchgrass (*Panicum virgatum* L.) productivity in marginal lands in Ukraine. *Acta Agrobotanica*, 72 (3). doi: 10.5586/aa.1786.

22. Pisarenko, P. V., Samojlik, M. S., Kolesnikova, L. A., & Plaksiyenko, I. L. (2018). The dynamics and diagnosis of the toxic effects of contaminated soil on the stability of seedlings wheat furious. *Agrology*, 1 (3), 240–245. doi: 10.32819/2617-6106.2018.13002.

Стаття надійшла до редакції 28.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Колєснікова Л. А, Галицька М. А., Піщаленко М. А., Бараболя О. В., Чубук Д. І., Литвишко О. А. Реакція сільськогосподарських рослин на забруднення ґрунту нафтою. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 100–107.

© Колєснікова Лариса Анатоліївна, Галицька Марина Анатоліївна,
Піщаленко Марина Анатоліївна, Бараболя Ольга Валеріївна,
Чубук Дарина Іванівна, Литвишко Оксана Анатоліївна, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>




original article | UDC 631.559 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.13

SPATIAL RELATIONSHIPS BETWEEN SOIL PROPERTIES AND MAIZE YIELD

A. A. Zymaroieva,

ORCID ID: [0000-0001-9382-8269](https://orcid.org/0000-0001-9382-8269), E-mail: nastya.zymaroeva@gmail.com,

Zhytomyr National Agro-Ecological University, 7, Stary Boulevard, Zhytomyr, 10002, Ukraine

P. V. Pysarenko,

ORCID ID: [0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X), E-mail: pysarenko@pdaa.edu.ua,

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

Soil properties play an important role in the spatial variability of maize yield. The aim of the present investigation was to assess the role of soil factors in the patterns of spatial-temporal variation of maize yield in the Polissia and Forest-Steppe zones of Ukraine. To analyze the impact of soil factors on maize yield, we used the following indicators: humus reserves, pH, and density of soil, sand, clay or silt content for different soil layers. Principal Component Analysis identified 6 principal components, which explain 98.5 % of the total soil dispersion indices. Each of the six components demonstrates the highest correlation with one or more soil variables. By establishing these correlations, we can identify the nature of each principal component, as well as mark the areas of hypersensitivity to each of the principal components on the map. It was established that maize yield dynamics on the research territory was represented as logistic model. The following indicators were used as parameters of the yield pattern: yield lower limit indicates the lowest yield level during the research period which was observed in the early and mid-1990s; slope of the trend curve, shows the speed of changes in yield over time; time from experiment's beginning (ED50) – the time, which is required to achieve half of the maximum level of yield growth and at the same time the moment of the highest rate of productivity growth; upper yield level – the highest level of yield, at which under this level of agricultural technology, the yield is determined precisely by the biotic potential of the territory. Using regression analysis the relationship between maize yield parameters and soil properties was established. It is found that the slope of the logarithmic model, which determines the potential rate of yield growth, mostly depends on humus reserves in the soil. The lower and upper limits of maize yield are negatively correlated with sand content of the soil, and the time of sharp increase in yield is also mostly dependent on the particle size distribution of the soil and is positively correlated with sand content.

Key words: maize, yield, trend, dynamics, soil parameters.

ПРОСТОРОВИЙ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ ТА УРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ

А. А. Зимароєва,

Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир, Україна

П. В. Писаренко,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Властивості ґрунту відіграють важливу роль у просторовій мінливості врожайності кукурудзи. Метою цього дослідження було оцінити роль ґрунтових факторів у закономірностях просторово-часової варіації урожайності кукурудзи на території Поліської та Лісостепової зон України. Для аналізу впливу ґрунтових факторів на урожайність кукурудзи ми використали такі показники: запаси гумусу, рН, щільність ґрунту, вміст піску, глини чи мулу для різних ґрунтових шарів. У результаті

аналізу виділено 6 головних компонент, які пояснюють 98,5 % загальної дисперсії ґрунтових показників. Кожна з шести компонент проявляє найбільшу кореляцію з однією або декількома ґрунтовими змінними. Встановивши ці зв'язки, можемо визначити природу кожної головної компоненти, а також відмітити на карті території, які мають підвищену чутливість до кожної з головних компонент. З'ясували, що динаміка врожайності кукурудзи на території дослідженого регіону є логістичною моделлю. Як параметри моделі врожайності використані такі показники: нижня межа врожайності (позначає найменший рівень її за період досліджень, який спостерігався на початку та у середині 90-х років минулого століття); ухил кривої тренду, показує швидкість змін урожайності в часі; час з початку досліджень, потрібний для досягнення половинного від максимального рівня зростання урожайності та одночасно момент найбільшої швидкості зростання урожайності; найвищий рівень врожайності, за якого при наявному рівні агротехнологій врожайність визначається саме біотичним потенціалом території. За допомогою регресійного аналізу встановили взаємозв'язок між параметрами врожайності кукурудзи та ґрунтовими показниками. Встановлено, що ухил логарифмічної моделі, який визначає потенційну швидкість росту врожайності, найбільше залежить від запасу гумусу у ґрунті. Нижня і верхня границі врожайності кукурудзи негативно корелюють із вмістом піску у ґрунті. А час настання різкого зростання врожайності також найбільшою мірою залежить від гранулометричного складу ґрунту, причому до вмісту піску має позитивну кореляцію.

Ключові слова: кукурудза, урожайність, тренд, динаміка, ґрунтові показники.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВЗАИМОСВЯЗЬ СВОЙСТВ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ

А. А. Зимарова,

Житомирский национальный агроэкологический университет, г. Житомир, Украина

П. В. Писаренко,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Целью этого исследования было оценить роль ґрунтовых факторов в закономерностях пространственно-временной вариации урожайности кукурузы на территории Полесской и Лесостепной зон Украины. Анализ главных компонент выделил 6 основных компонентов, которые объясняют 98,5 % общей дисперсии ґрунтовых показателей. С помощью регрессионного анализа установили взаимосвязь между параметрами урожайности кукурузы и ґрунтовыми показателями. Установлено, что уклон логарифмической модели, который определяет потенциальную скорость роста урожайности, больше всего зависит от запаса гумуса в почве. Нижняя и верхняя границы урожайности кукурузы негативно коррелируют с содержанием песка в почве. А время наступления резкого роста урожайности зависит от гранулометрического состава почвы, причем к содержанию песка имеет положительную корреляцию.

Ключевые слова: кукуруза, урожайность, тренд, динамика, ґрунтовые показатели.

Вступ

Зв'язок між урожайністю та ґрунтом дуже складний і залежить від складних взаємодій фізичних та хімічних властивостей ґрунту та інших зовнішніх природних факторів [2, 19]. Розуміння мінливості ландшафтних та ґрунтових властивостей та їхній вплив на врожайність є важливим складником конкретних і стійких систем управління та планування землекористування. Властивості ґрунтів змінюються в різних ландшафтах через особливості ґрунтоутворення, а також через різні підходи до землекористування в сільськогосподарських практиках. Це обумовлює просторово залежне коливання властивостей ґрунту [15]. Урожайність залежна від просторової мінливості властивостей ґрунту й на цю мінливість можуть впливати різноманітні фактори. Застосовуючи поетапний багатфакторний лінійний регресійний аналіз (SMLR), було виявлено, що біологічні показники мають суттєвий зв'язок з урожайністю культур [3, 9, 14]. Однак прості математичні функції, як правило, неповною мірою описують вплив ґрунтових показників на урожайність культур. Крім того, взаємозв'язок між характеристиками ґрунту може спричинити проблеми мультиколінеарності щодо співвідношення властивостей ґрунту та урожайності. Проте, видалення деяких змінних може призвести до втрат важливої ін-

формації. Для розв'язання проблеми мультиколінеарності між незалежними змінними було застосовано часткову регресію найменших квадратів (PLS) [6]. Навантаження лінійних комбінацій змінних в PLS дало змогу визначити властивості ґрунту, які мають найбільший вплив на врожайність. Інший варіант – комбінування змінних на основі їхньої лінійної кореляції за допомогою аналізу головних компонентів (Principal components analysis – PCA). PCA може спростити структуру набору змінних, замінивши їх декількома некорельованими лінійними комбінаціями оригінальних змінних. Цей метод може створити нові менш інтерпретовані комбіновані змінні (головні компоненти), які пояснюють більшу частину дисперсії набору даних [18]. Взаємозв'язок між характеристиками ґрунту та урожайністю було визначено шляхом проведення лінійних багатofакторних регресійних процесів з похідними факторами PCA як незалежними змінними [4, 7, 9]. У цьому дослідженні ми застосуємо саме аналіз головних компонент, щоб виявити основні ґрунтові предиктори врожайності.

Мета роботи – з'ясувати роль ґрунтових факторів у закономірностях просторово-часової варіації урожайності кукурудзи на території Поліської та Лісостепової зон України.

Задля досягнення мети необхідно розв'язати наступні завдання:

- провести аналіз головних компонент ґрунтових показників з метою виділити ті з них, які мають найбільший внесок у варіювання простору ознак;
- побудувати модель врожайності кукурудзи та виділити основні її параметри;
- з'ясувати основні ґрунтові предиктори варіювання показників урожайності кукурудзи.

Матеріали і методи досліджень

Дані з урожайності кукурудзи в Поліській та Лісостеповій зонах України представлені Державною службою статистики України. Відомості охоплюють часовий період з 1991 по 2017 рр. Дані мають характер середньої врожайності культури по адміністративному району. Територія охоплює 206 адміністративних районів з десяти областей України (Вінницька, Волинська, Житомирська, Київська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська). Відомості щодо просторового варіювання ґрунтових властивостей та класифікації ґрунтів одержали з бази даних SoilGrids [8].

Упродовж досліджуваного періоду врожайність кукурудзи демонструвала тренд до збільшення, за винятком початкового етапу досліджень (1991–1997 рр.), коли спостерігалось стрімке зниження врожайності культури [1, 20]. Якщо брати до уваги динаміку зміни цього показника з середини 90-х років по теперішній час, то вона може бути описана сигмоїдною кривою, у якій представлено характерні етапи спостережуваної динаміки, а саме: повільна швидкість зростання на початковому етапі, різке зростання в середній частині періоду досліджень та стабілізація зростання в останній третині періоду досліджень та в деяких випадках – вихід на плато. Для опису сигмоїдної кривої застосована симетрична лог-логістична модель (рис. 1):

$$y = c + \frac{d - c}{1 + \exp(b(\log(x) + \log(ED50)))}$$

де y – відгук (врожайність культури); c – позначає нижній ліміт відгуку (найменший рівень урожайності – Lower Limit), коли x наближається до нуля; d – верхній ліміт (найвищий рівень урожайності – Upper Limit), коли x наближається до нескінченності; b – позначає нахил кривої відгуку у близькості до точки перегину, коли x набуває значення $ED50$ (час, який потрібний для досягнення половинного від максимального рівня зростання урожайності). Указані характеристики динаміки урожайності кукурудзи було розраховано для кожного адміністративного регіону та застосовано як інтегральний кількісний показник варіювання урожайності кукурудзи у даній точці простору в часі. Своєю чергою ґрунтові характеристики було усереднено по кожному адміністративному району. Результати усереднення було застосовано як предиктори характеристик урожайності кукурудзи.

Статистичний аналіз виконаний за допомогою програмного продукту Statistica 10. Для перетворення ненормально залежних змінних у нормальну форму застосовували перетворення Вох-Сох [13].

Для аналізу впливу ґрунтових факторів на урожайність кукурудзи ми використали такі показники: запаси гумусу, рН, щільність ґрунту, вміст піску, глини чи мулу для різних ґрунтових шарів.

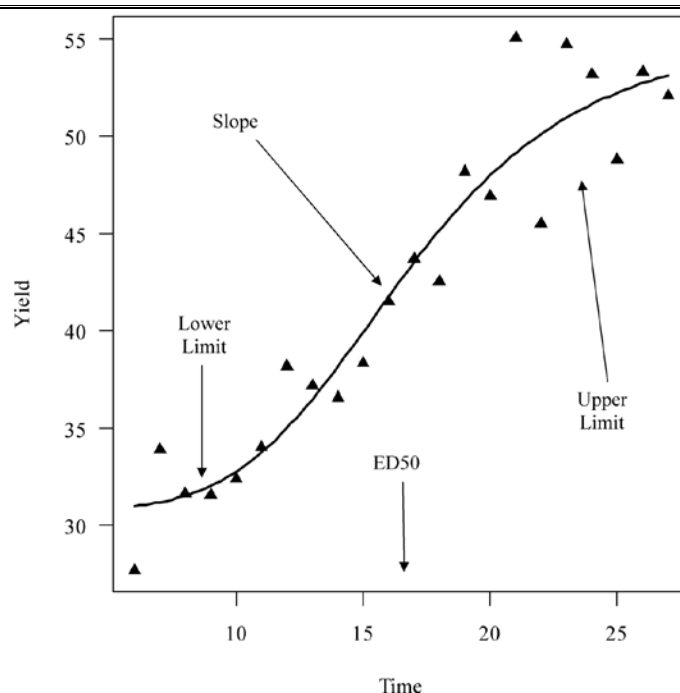


Рис. 1. Типова модель динаміки урожайності кукурудзи за період 1991–2017 рр.

Ось абсцис – порядок років (1 – 1991, 2 – 1992, ...), ось ординат – урожайність кукурудзи, ц/га. Lower Limit – позначає найменший рівень врожайності за період досліджень, який спостерігався на початку та в середині 90-х років минулого століття; Slope – ухил кривої тренду, показує швидкість змін урожайності в часі; ED50 – час з початку досліджень, який потрібний для досягнення половинного від максимального рівня зростання урожайності та одночасно момент найбільшої швидкості зростання урожайності; Upper Limit – найвищий рівень урожайності, за якого при даному рівні агро-технологій врожайність визначається саме біотичним потенціалом території

Результати досліджень та їх обговорення

Щоб виділити ґрунтові показники, які мають найбільший вплив на урожайність кукурудзи, ми провели аналіз головних компонент (РСА). У результаті RSA було виділено 6 головних компонент, власні значення яких вищі за одиницю і які разом пояснюють 98,5 % загальної дисперсії ґрунтових показників (табл. 1).

Головна компонента 1 описує найбільшу частину варіабельності простору ознак – 65,6 %. З нею корелює переважна більшість ґрунтових змінних, але найбільшою кореляцією характеризуються змінні, що визначають гранулометричний склад ґрунту (вміст піску, глини та мулу). Комплекс указаних показників дає змогу змістовно інтерпретувати головну компоненту 1 як характеристику гранулометричного складу, причому найбільш чутлива вона до вмісту піску. Характер варіювання цієї ознаки у просторі зі зміною значень головної компоненти у широтному напрямку подано на рисунку 2. Райони, у яких у складі ґрунтів переважає піщана фракція знаходяться на півночі досліджуваного регіону (Полісся). Головна компонента 2 описує 14,5 % варіювання простору ознак. Ця компонента найбільшою мірою корелює зі щільністю ґрунту. За критерієм найбільшої чутливості до щільності ґрунту виділяються південно-західні та південно-східні райони дослідженої території (рис. 2). Головна компонента 3 описує 6,4 % загальної мінливості ґрунтових показників. Ця компонента корелює з усіма ґрунтовими показниками, але найбільшою мірою – із запасами гумусу. Території, для яких вміст гумусу у ґрунті є найбільш характеристичним показником, знаходяться на сході дослідженого регіону. Головна компонента 4 описує 5,7 % мінливості простору ознак. Вона найбільшою мірою корелює з умістом мулу у ґрунті. Найбільш важкі ґрунти знаходяться на півдні та південному-заході регіону досліджень (рис. 2). Головна компонента 5 описує 3,9 % загальної варіабельності ґрунтових змінних і проявляє найбільшу кореляцію до показника кислотності ґрунтів (pH) та просторово має підвищені значення на північному сході регіону досліджень (рис. 2). Головна компонента 6 описує 2,4 % простору ознак і відзначається найбільшою чутливістю до вмісту мулу та глини. Території з підвищеними показниками РС6 знаходяться на півдні регіону.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Аналіз головних компонент ґрунтових змінних

Змінна	Шар	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6
Запаси гумусу	0–0,05	0,71	0,59	0,31	–	0,32	–
	0,05–0,15	0,41	0,86	0,21	–0,14	0,42	–
	0,15–0,3	0,19	0,90	0,41	–0,15	0,49	–
	0,3–0,6	0,24	0,84	0,52	–0,26	0,48	0,16
	0,6–1	0,38	0,78	0,49	–0,22	0,50	0,14
	1–2	0,38	0,79	0,43	–	0,53	0,14
рН	0–0,05	–0,86	–	–	–0,32	0,23	–
	0,05–0,15	–0,91	–	0,17	–0,14	0,18	–
	0,15–0,3	–0,91	–	0,18	–0,14	0,19	–
	0,3–0,6	–0,89	–	0,15	–0,15	0,19	–
	0,6–1	–0,88	–	0,25	–0,22	0,19	–
	1–2	–0,83	–	0,32	–0,29	0,21	–
	2–3	–0,82	–	0,33	–0,29	0,21	–
Щільність ґрунту	0–0,05	–0,82	–0,32	–	–	–0,17	0,14
	0,05–0,15	–0,57	–0,63	0,26	–	–	–
	0,15–0,3	–0,27	–0,75	0,34	–	–	–
	0,3–0,6	–	–0,78	0,28	0,31	–	–
	0,6–1	0,41	–0,63	–	0,39	–	0,22
	1–2	0,81	–0,29	0,29	0,16	–	0,22
	2–3	0,81	–0,31	0,30	–	–	0,20
Пісок	0–0,05	0,98	–	0,34	–0,19	–0,14	–
	0,05–0,15	0,98	–	0,35	–0,19	–0,14	–
	0,15–0,3	0,98	–	0,34	–0,19	–0,14	–
	0,3–0,6	0,98	–	0,33	–0,18	–0,14	–
	0,6–1	0,98	–	0,32	–0,17	–0,15	–
	1–2	0,98	–	0,32	–0,16	–0,15	–
	2–3	0,98	–	0,32	–0,16	–0,14	–
Глина	0–0,05	–0,97	–	–0,19	0,20	–	0,16
	0,05–0,15	–0,97	–	–0,19	0,20	–	0,17
	0,15–0,3	–0,96	–	–0,18	0,21	–	0,18
	0,3–0,6	–0,97	–	–0,16	0,21	–	0,18
	0,6–1	–0,96	–	–0,19	0,26	–	0,19
	1–2	–0,95	–	–0,20	0,28	–	0,18
	2–3	–0,95	–	–0,23	0,30	–	0,18
Мул	0–0,05	–0,94	–	–0,34	0,37	0,18	–0,22
	0,05–0,15	–0,94	–	–0,34	0,37	0,18	–0,22
	0,15–0,3	–0,94	–	–0,34	0,37	0,18	–0,23
	0,3–0,6	–0,94	–	–0,34	0,35	0,18	–0,23
	0,6–1	–0,95	–	–0,30	0,31	0,20	–0,24
	1–2	–0,95	–	–0,29	0,29	0,20	–0,24
	2–3	–0,96	–	–0,28	0,29	0,20	–0,23
Власне значення		28,49	6,29	2,78	2,47	1,69	1,05
% загальної варіації		65, 63	14,50	6,40	5,69	3,88	2,41

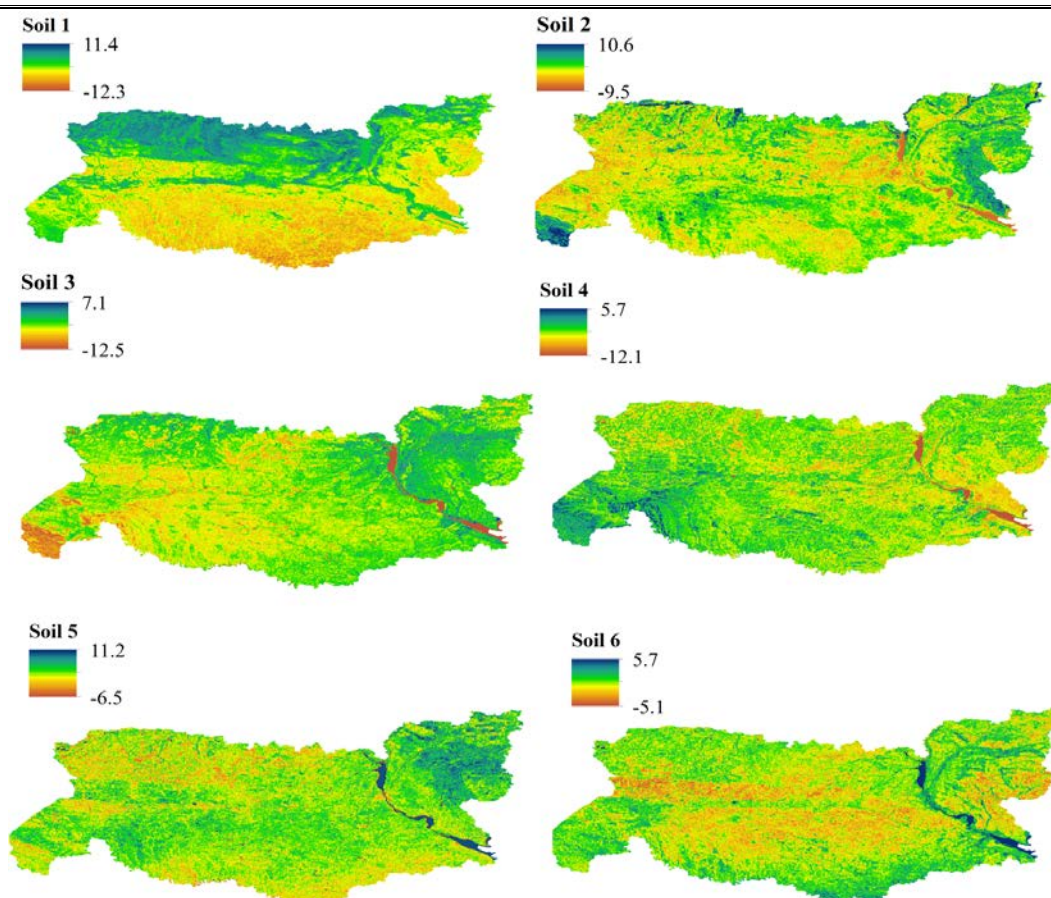


Рис. 2. Просторова варіабельність ґрунтових головних компонент 1–6

За результатами регресійного аналізу виявлено статистично значиму залежність ($p < 0,05$) між параметрами урожайності кукурудзи та виявленими ґрунтовими головними компонентами (PC1 – PC6) (табл. 2).

2. Регресійна залежність параметрів урожайності кукурудзи від ґрунтових змінних*

Предиктори (головні компоненти)	Кількісні характеристики тренду варіювання кукурудзи протягом періоду досліджень			
	Ухил (slope)	Нижня границя (Lower Limit)	Верхня границя (Upper Limit)	ED50
PC 1	–	$-0,58 \pm 0,08$	$-0,37 \pm 0,11$	$0,31 \pm 0,11$
PC 2	$0,15 \pm 0,06$	–	–	$-0,13 \pm 0,07$
PC 3	$0,34 \pm 0,07$	$-0,21 \pm 0,06$	$-0,24 \pm 0,08$	–
PC 4	$-0,21 \pm 0,10$	$-0,34 \pm 0,08$	–	$0,27 \pm 0,10$
PC 5	–	–	$-0,27 \pm 0,07$	–
PC 6	$-0,30 \pm 0,07$	$-0,20 \pm 0,06$	$-0,32 \pm 0,08$	–

Примітка: * – наведені стандартизовані регресійні коефіцієнти, статистично вірогідні для $p < 0,05$.

Встановлено, що ухил логарифмічної моделі динаміки урожайності кукурудзи найбільше залежить від запасу гумусу у ґрунті ($r = 0,34$, $p < 0,05$). Нижня й верхня границі врожайності кукурудзи негативно корелюють з умістом піску у ґрунті ($r = -0,58$ та $r = -0,37$ відповідно, $p < 0,05$). А час настання різкого зростання врожайності також найбільшою мірою залежить від гранулометричного складу ґрунту ($r = 0,31$, $p < 0,05$).

Було помічено, що модель просторового розподілу врожайності сільськогосподарських культур зазвичай корелює з просторовою схемою розподілу змінних властивостей ґрунту. Наприклад, у роботах бразильських учених було виявлено, що щільність ґрунту та водопроникність у шарі 0–0,1 м суттєво корелюють з урожайністю сої [16]. Є дослідження, де повідомляється про низькі коефіцієнти

кореляції між гранулометричним складом та врожайністю сої, лише 7,3 % урожайності пояснюють вмістом глини в поверхневому шарі ґрунту. Французькі вчені [5] спостерігали слабку просторову кореляцію між урожайністю пшениці та ґрунтовими властивостями.

Щодо впливу властивостей ґрунту на врожайність кукурудзи, то наші дослідження доповнюють висновки зарубіжних учених. У дослідженнях португальських учених [17] спостерігали позитивну кореляцію між урожайністю кукурудзи, ємністю обміну катіонів (cation exchange capacity – СЕС) та вмістом Ca^{2+} та K^{+} у ґрунтах. Аналогічно Малаїно та ін. [11] відмічали кореляцію між хімічними властивостями ґрунту та врожайністю кукурудзи на п'яти полях кукурудзи в США. Крім того, Монтезано та ін. [12] спостерігали позитивну лінійну кореляцію між урожайністю кукурудзи та вмістом глини, органічних речовин та бору, тоді як врожайність кукурудзи негативно корелювала з вмістом піску, міді, марганцю та цинку у ґрунтового розчині. У наших дослідженнях також було виявлено, що основні показники урожайності кукурудзи найбільше корелюють з гранулометричним складом ґрунту, причому негативно корелюють з вмістом піску. А потенційна швидкість росту врожайності найбільше залежить від вмісту гумусу.

Висновки

Для аналізу впливу ґрунтових факторів на врожайність кукурудзи ми використали такі показники: запаси гумусу, рН, щільність ґрунту, вміст піску, глини чи мулу для різних ґрунтових шарів. Аналіз головних компонент виділив 6 головних компонент, які пояснюють 98,5 % загальної дисперсії ґрунтових показників. Кожна з шести компонент проявляє найбільшу кореляцію з однією або декількома ґрунтовими змінними. Встановивши ці зв'язки, можемо визначити природу кожної головної компоненти, а також відмітити на карті території, які мають підвищену чутливість до кожної з головних компонент. За допомогою регресійного аналізу встановили взаємозв'язок між параметрами врожайності кукурудзи та ґрунтовими показниками. Встановлено, що ухил логарифмічної моделі, який визначає потенційну швидкість росту врожайності, найбільше залежить від запасу гумусу у ґрунті. Нижня й верхня границі врожайності кукурудзи негативно корелюють із вмістом піску у ґрунті. А час настання різкого зростання врожайності також найбільшою мірою залежить від гранулометричного складу ґрунту, причому до вмісту піску має позитивну кореляцію.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується з'ясувати вплив на урожайність кукурудзи кліматичних факторів, а також фактору ландшафтного різноманіття. Це дослідження є подальшим етапом до виявлення основних предикторів продукційного потенціалу території України.

References

1. Bondarev, A. G. & Medvedev, V. V. (1980). *Nekotoryie puti opredeleniya optimalnykh parametrov i agrofizicheskikh svoystv pochv. Teoreticheskie osnovy i metody opredeleniya optimalnykh parametrov svoystv*. Moskva: Nauka [In Russian].
2. Zymarioieva, A. A. (2019). Prostorovo-chasovi zakonomirnosti variuvannia urozhainosti kukurudzy v Ukraini. *Scientific Horizons*, 2, 58–66 [In Ukrainian].
3. Andrews, S. S. & Carrol, C. R. (2001). Designing a soil quality assessment tool for sustainable agroecosystem management. *Ecol. Appl.*, 11 (6), 1573–1585. doi: 10.2307/3061079.
4. Ayoubi, S., Khormali, F., & Sahrawat, K. L. (2009). Relationships of barley biomass and grain yields to soil properties within a field in the arid region: Use of factor analysis. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Plant Soil Science*, 59 (2), 107–117. doi: 10.1080/09064710801932417.
5. Bourenne, H., Nicoulaud, B., Couturier, A. & King, D. (2004). Exploring the spatial relationships between some soil properties and wheat yields in two soil types. *Precision Agric.*, 5, 521–536. doi: 10.1007/s11119-004-5323-z.
6. Corwin, D. L., Lesch, S. M., Shouse, P. J., Soppe, R., & Ayars, J. E. (2003). Identifying Soil Properties that Influence Cotton Yield Using Soil Sampling Directed by Apparent Soil Electrical Conductivity. *Agronomy Journal*, 95 (2), 352–364. doi: 10.2134/agronj2003.3520.
7. Cox, M. S., Gerard, D. P., Wardlaw, M. C. & Abshire, M. J. (2003). Variability of selected soil properties and their relationships with soybean yield. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67, 1296–1302.

8. Hengl, T., Mendes de Jesus, J., Heuvelink, G. B. M., Ruiperez Gonzalez, M., Kilibarda, M., Blagotić, A., Shangguan, W., Wright, M. N., Geng, X., Bauer-Marschallinger, B., Guevara, M. A., Vargas, R., MacMillan, R. A., Batjes, N. H., Leenaars, J. G. B., Ribeiro, E., Wheeler, I., Mantel, S. & Kempen, B. (2017). SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. *PLoS ONE*, 12 (2), e0169748. doi: 10.1371/journal.pone.0169748.
9. Juhos, K., Szabó, S. & Ladányi, M. (2015). Influence of soil properties on crop yield: a multivariate statistical approach. *Int. Agrophys.*, 29 (4), 433–440. doi: 10.1515/intag-2015-0049.
10. Kitamura, A. E.; Carvalho, M. D. P. E. & Lima, C. G. D. R. (2007). Relação entre a variabilidade espacial das frações granulométricas do solo e a produtividade do feijoeiro sob plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 31, 361–369.
11. Mallarino, A. P., Oyarzabal, E. S., & Hinz, P. N. (1999). Interpreting within-field relationships between crop yields and soil and plant variables using factor analysis. *Precision Agric.*, 1, 15–25.
12. Montezano, Z. F., Corazza, E. J., & Muraoka, T. (2006). Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homogeneamente. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 30 (5), 839–847. doi: 10.1590/s0100-06832006000500010.
13. Dag, O., Asar, O., & Ilk, O. (2014). A Methodology to Implement Box-Cox Transformation When No Covariate is Available. *Communications in Statistics – Simulation and Computation*, 43 (7), 1740–1759. doi: 10.1080/03610918.2012.744042.
14. Rezaei, S. A., Gilkes, R. J., & Andrews, S. S. (2006). A minimum data set for assessing soil quality in rangelands. *Geoderma*, 136 (1–2), 229–234. doi: 10.1016/j.geoderma.2006.03.021.
15. Rodrigues, M. S., Corá, J. E., & Fernandes, C. (2012). Spatial relationships between soil attributes and corn yield in no-tillage system. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 36 (2), 599–609. doi: 10.1590/s0100-06832012000200029.
16. Rosa Filho, G., Carvalho, M. de P. e, Andreotti, M., Montanari, R., Binotti, F. F. da S., & Gioia, M. T. (2009). Variabilidade da produtividade da soja em função de atributos físicos de um latossolo vermelho distroférrico sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 33 (2), 283–293. doi: 10.1590/s0100-06832009000200006.
17. Silva, J. R. M. D., & Alexandre, C. (2005). Spatial Variability of Irrigated Corn Yield in Relation to Field Topography and Soil Chemical Characteristics. *Precision Agriculture*, 6 (5), 453–466. doi: 10.1007/s11119-005-3679-3.
18. Stenberg, B. (1998). Soil attributes as predictors of crop production under standardized conditions. *Biology and Fertility of Soils*, 27 (1), 104–112. doi: 10.1007/s003740050407.
19. Sys, C., Van Rans, E., Debaveye, J. (1991). *Land evaluation. Part 1. Principles in land evaluation and crop production calculations. General Administration for Development Cooperation*. Brussels, Belgium: Agricultural Publication.
20. Zymarioieva, A., Zhukov, O., Fedonyuk, T., & Pinkin A. (2019). Application of geographically weighted principal components analysis based on soybean yield spatial variation for agro-ecological zoning of the territory. *Agronomy Research*, 17 (6), 2460–2473. doi: 10.15159/AR.19.208.

Стаття надійшла до редакції 28.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Зимароєва А. А., Писаренко П. В. Просторовий взаємозв'язок властивостей ґрунту та урожайності кукурудзи. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 108–115.

© Зимароєва Анастасія Анатоліївна, Писаренко Паво Вікторович, 2019



original article | UDC 577.1:612.015 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.14

THE STATE OF PIGLET IMMUNE SYSTEM UNDER THE ACTION OF “BUTASELMEVIT-PLUS” FEED ADDITIVE

T. V. Martyshuk,

ORCID ID: [0000-0002-8445-1794](https://orcid.org/0000-0002-8445-1794), E-mail: mtv_27@ukr.net,

Institute of Animal Biology NAAS, 38, Vasylia Stusa str., Lviv, 79034, Ukraine

B. V. Gutyj,

ORCID ID: [0000-0002-5971-8776](https://orcid.org/0000-0002-5971-8776), E-mail: bvh@ukr.net,

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Bio-Technologies, 50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

V. I. Khalak,

ORCID ID: [0000-0002-4384-6394](https://orcid.org/0000-0002-4384-6394), E-mail: v16kh91@gmail.com,

State Institution “Institute of Grain Crops of NAAS”, 14, V. Vernadskoho str., Dnipro, 49027, Ukraine

O. I. Stadnits'ka,

ORCID ID: [0000-0001-6574-4068](https://orcid.org/0000-0001-6574-4068), E-mail: stadnytskaolha@ukr.net,

Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS, 5, Hushevskoho str., village of Obroshyno, Pustomytiv district, Lviv region, 81115, Ukraine

V. B. Todoruk,

ORCID ID: [0000-0002-9902-0524](https://orcid.org/0000-0002-9902-0524), E-mail: tvb@vemman.com.ua,

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Bio-Technologies, 50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

The aim of the study was to investigate the effect of “Butaselmavit-plus” feed additive on the immune system status of piglets upon weaning. The experiments were conducted on the basis of the LLC “KOSHET” of Mukachevo district, Zakarpattia region. Two groups of pigs were formed – control (C) and experimental (E), in the number of 10 individuals in each group, selected on the basis of analogues – age, breed and body weight. Feeding of animals was conducted according to norms for the given age of pigs. On the 28th day of life, piglets were weaned and rearranged from different pens for further keeping during fattening and completion of growing with dietary structure changes, which was a technological stress for the animal organism. Beginning from the age of 5 days, piglets of all groups were additionally fed with pre-starter combined feed. From the 21st to the 40th days of age the piglets of the experimental group were additionally fed with “Butaselmavit-plus” feed additive at a dose of 100 mg / kg of body weight per day. The research material was blood collected in the morning before feeding the animals by puncturing the vena cava cranialis on the 20th day of life (the period before weaning), on the 25th day of life (the period before weaning), on the 30th day of life (the 2nd day after weaning), on the 35th day of life (the 7th day after weaning), and on the 40th day of life (the 12th day after weaning). Feeding “Butaselmavit-plus” feed additive to piglets increases the number of T and B lymphocytes in their blood. The preparation components help to activate the cellular part of piglets’ immune system before and after weaning. It should also be mentioned that additional feeding “Butaselmavit-plus” feed additive to piglets, increases the functional activity of piglets’ immune competent cells after weaning, due to redistributing the receptor apparatus of T and B lymphocytes in the direction of increasing their avidity. While feeding piglets with “Butaselmavit-plus” feed additive at weaning, the increased humoral levels of the immune system throughout the entire experiment were observed. Increasing phagocytic activity of neutrophils by 4.26 % in piglets of the experimental group on the 35th day of life at feeding “Butaselmavit-plus” feed additive was registered. Similar differences were observed regarding the effect of “Butaselmavit-plus” feed additive on the phagocytic number and phagocytic index in particular in the piglets of the experimental group on the 35th day of the experiment, they were 7.5 and 11.2 % higher than in the control.

Key words: piglets, stress, “Butaselmavit-plus” feed additive, immune system.

СТАН ІМУННОЇ СИСТЕМИ ПОРОСЯТ ЗА ДІЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ «БУТАСЕЛМЕВІТ-ПЛЮС»

Т. В. Мартишук,

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Б. В. Гутий,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

В. І. Халак,

Державна установа «Інститут зернових культур НААН України», м. Дніпро, Україна

О. І. Стадницька,

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, с. Оброшино, Пустомитівський район, Львівська область, Україна

В. Б. Тодорюк,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Метою роботи було дослідити вплив кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» на стан показників імунної системи поросят при відлученні. Досліди проводилися на базі ТОВ «КОШЕТ» Мукачівського району Закарпатської області. Було сформовано дві групи поросят – контрольну (К) і дослідну (Д), у кількості 10 особин у кожній групі, підібраних за принципом аналогів – віком, породою й масою тіла. Годували тварин відповідно до норм для цього віку свиней. На 28 добу життя поросят відлучали від свиноматки та перегруповували з різних гнізд з метою подальшого утримання в період відгодівлі та дорощування зі зміною структури раціону, що слугувало технологічним стресом для організму тварин. Починаючи з 5-добового віку, поросят усіх груп підгодовували престартерним комбікормом. Поросят дослідної групи, починаючи з 21-до 40-добового віку, додатково згодовували кормову добавку «Бутаселмевіт-плюс» у дозі 100 мг/кг маси тіла на добу. Матеріалом для досліджень була кров, яку відбирали вранці до годівлі тварин шляхом пункції краніальної порожнистої вени на 20 добу життя (період до відлучення), на 25 добу життя (період до відлучення), на 30 добу життя (2 доба після відлучення), на 35 добу життя (7 доба після відлучення), на 40 добу життя (12 доба після відлучення). Згодовування поросят кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» сприяє зростанню кількості Т- і В-лімфоцитів у їхній крові. Складники препарату сприяють активізації клітинної ланки імунної системи поросят до та після відлучки. Також варто зазначити, що додаткове введення поросят кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» підвищує функціональну активність імункомпетентних клітин у поросят після відлучення через перерозподіл рецепторного апарату Т- і В-лімфоцитів у бік збільшення їхньої авідності. Згодовуючи кормову добавку «Бутаселмевіт-плюс» поросят при відлучці, встановлено підвищення показників гуморальної ланки імунної системи протягом усього досліду. У поросят дослідної групи на 35-ту добу життя за умови додавання кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» виявлено збільшення фагоцитарної активності нейтрофілів на 4,26 %. Аналогічні різниці отримано стосовно впливу кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» на фагоцитарне число і фагоцитарний індекс, зокрема у поросят дослідної групи на 35-ту добу досліду вони були більшими на 7,5 і 11,2 %, ніж у контролі.

Ключові слова: поросята, стрес, кормова добавка «Бутаселмевіт-плюс», імунна система.

СОСТОЯНИЕ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ПОРОСЯТ ПРИ ДЕЙСТВИИ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «БУТАСЕЛМЕВИТ-ПЛЮС»

Т. В. Мартишук,

Институт биологии животных НААН, г. Львов, Украина

Б. В. Гутый,

Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого, г. Львов, Украина

В. И. Халак,

Государственное учреждение «Институт зерновых культур НААН Украины», г. Днепр, Украина

О. И. Стадницкая,

Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины, с. Оброшино, Пустомытовский район, Львовская область, Украина

В. Б. Тодорюк,

Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого, г. Львов, Украина

Целью работы было исследовать влияние кормовой добавки «Бутаселмевит-плюс» на состояние показателей иммунной системы поросят при отъеме. Для исследования было сформировано две группы поросят – контрольную (К) и исследовательскую (Д), в количестве 10 особей в каждой группе, подобранных по принципу аналогов – возрасту, породе и массе тела. Кормление животных проводилась в соответствии с нормами для данного возраста свиней. Начиная с 5-суточного возраста, поросят всех групп подкармливали предстартерным комбикормом. Поросятам опытной группы, начиная с 21 до 40-суточного возраста, дополнительно скармливали кормовую добавку «Бутаселмевит-плюс» в дозе 100 мг/кг массы тела в сутки. Установлено, что скармливания поросятам кормовой добавки «Бутаселмевит-плюс» способствует росту числа Т- и В-лимфоцитов в их крови. Составляющие препарата способствуют активизации клеточного звена иммунной системы поросят до и после отлучки. Также следует отметить, что дополнительное введение поросятам кормовой добавки «Бутаселмевит-плюс» повышает функциональную активность иммунокомпетентных клеток у поросят после отъема за счет перераспределения рецепторного аппарата Т- и В-лимфоцитов в сторону увеличения их авидности. При скармливании кормовой добавки «Бутаселмевит-плюс» поросятам при отлучке установлено повышение показателей гуморального звена иммунной системы в течение всего опыта. Аналогичные различия получены относительно влияния кормовой добавки «Бутаселмевит-плюс» на фагоцитарное число и фагоцитарный индекс.

Ключевые слова: поросята, стресс, кормовая добавка «Бутаселмевит-плюс», иммунная система.

Вступ

Гомеостаз внутрішнього середовища організму тварин передусім залежить від взаємозв'язку окремих ланок обмінних процесів і лабільності компонентів, які беруть участь у загальній системі [1, 13]. Кров як одна з біологічних рідин організму відповідає кількісними та якісними змінами свого складу на будь-які екзогенні чи ендогенні впливи, а тому є своєрідним біомаркером, який дає змогу визначити загальний стан органів і систем та оцінити перебіг основних обмінних процесів [2, 11, 12]. Саме тому дослідження біохімічних показників крові, а особливо показників імунної системи організму тварин, є одним з інформативних методів, що дозволяє встановити перехід фізіологічного стану організму в патологічний.

Для підвищення захисних систем організму тварин за розвитку оксидативного стресу останніми роками широко використовують нові препарати та кормові добавки на основі рослинної сировини [3, 4, 14, 15, 19]. Для профілактики імунодефіцитних станів у тварин, спричинених негативним впливом екзогенних чинників навколишнього середовища, більш перспективні фітопрепарати: ехінацея, плоди лимонника, корінь женьшеню. За результатами досліджень останніх років найбільш перспективними імуностимуляторами вважають плоди розторопші плямистої [5–7]. Серед біологічно активних добавок найпоширенішими є препарати селену. Особливого значення нині набуває дослідження взаємодії селену з іншими мікроелементами, що нормуються в раціонах, у зв'язку з підвищеним техногенним впливом на організм тварин [16].

Інтенсивний розвиток тваринництва на сучасному етапі вимагає нових підходів до організації годівлі сільськогосподарських тварин та впровадження сучасних кормових добавок, які зазвичай у чистому вигляді не використовуються як корм, а цілеспрямовано додаються до корму чи води з метою поліпшення їхньої якості, підвищення продуктивності та благополуччя тварин [9].

Метою наших досліджень було дослідити вплив кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» на стан показників імунної системи поросят при відлученні.

Матеріали і методи досліджень

Досліди проводилися на базі ТОВ «КОШЕТ» Мукачівського району Закарпатської області. Було сформовано дві групи поросят – контрольну (К) і дослідну (Д), у кількості 10 особин у кожній групі, підібраних за принципом аналогів – віком, породою і масою тіла. У підсисний період поросята утримувалися під свиноматкою у спеціальних станках, мали постійний доступ до матері, а з 5-добового віку – вільний доступ до концентрованих кормів. Годівля тварин проводилася відповідно до норм для цього віку свиней. Перед проведенням досліджень здійснювали клінічно-фізіологічне обстеження поголів'я поросят. Ураховували їхній загальний стан та активність при поїданні корму. На 28 добу життя поросят відлучали від свиноматки та перегруповували з різних гнізд з метою подальшого утримання в період відгодівлі та дорощування зі зміною структури раціону, що слугувало технологічним стресом для організму тварин. Починаючи з 5-добового віку, поросят усіх груп підгодовували престартерним комбікормом. Поросятам дослідної групи, починаючи з 21- до 40-добового віку, дода-

тково згодовували кормову добавку «Бутаселмевіт-плюс» у дозі 100 мг/кг маси тіла на добу.

Матеріалом для досліджень була кров, яку відбирали вранці до годівлі тварин шляхом пункції краніальної порожнистої вени на 20 добу життя (період до відлучення), на 25 добу життя (період до відлучення), на 30 добу життя (2 доба після відлучення), на 35 добу життя (7 доба після відлучення), на 40 добу життя (12 доба після відлучення).

Лізоцимну активність сироватки крові визначали з використанням як тест-мікроба добову культуру *Micrococcus lysodeicticus* штаму ВКМ-109 нефелометричним методом, оптичну густину вимірювали при довжині хвилі 540 нм. Бактерицидну активність у зразках сироватки крові досліджували за методом Ю. М. Маркова (1968) з використанням добової культури *E. coli* штаму ВКМ-125. Фотоколориметрування проводили до та після 3-годинної інкубації [18].

Визначення вмісту циркулюючих імунних комплексів у сироватці крові проводили з використанням боратного буферу. Вибіркова преципітація комплексів антиген-антитіло відбувалась під впливом високомолекулярного ПЕГ, масою 6000 Да. Облік результатів проводили шляхом фотоколориметрування щільності преципітату при довжині хвилі 450 нм [18].

Фагоцитарну реакцію нейтрофілів крові оцінювали за фагоцитарною активністю (ФА), фагоцитарним індексом (ФІ) та фагоцитарним числом (ФЧ) за методикою В. С. Гостева (1950). Стабілізовану кров інкубували з добовою культурою *E. coli* штаму ВКМ-125. Мазки досліджували під мікроскопом в імерсійній системі. ФА визначали за кількістю активних нейтрофілів зі 100 підрахованих клітин, ФІ – за кількістю фагоцитованих мікробних тіл одним активним нейтрофілом, ФЧ – за кількістю фагоцитованих мікробних тіл на 100 підрахованих нейтрофілів [18].

Визначення кількості Т-лімфоцитів здійснювали в реакції спонтанного розеткоутворення з еритроцитами барана за методикою, описаною в [20]. Виділяли активні розеткоутворюючі лімфоцити з рецепторами, здатними приєднувати еритроцити барана без інкубації, теофілінрезистентні (ТФР) лімфоцити-хелпери, які формують розетки після інкубації з теофіліном [18]. Для визначення В-лімфоцитів готували ЕАС-систему (еритроцити, сенсibiliзовані антитілами й комплементом), шляхом додавання до еритроцитів барана гемолітичної сироватки [18]. Розетки підраховували за допомогою мікроскопії мазків під імерсією. Диференціювали лімфоцити за щільністю рецепторів і приєднаними еритроцитами барана на: нульові (недиференційовані) – не приєднали жодного еритроцита, низькоавідні (малодиференційовані) – приєднали 3–5 еритроцитів, середньоавідні (з середньою щільністю рецепторів) – приєднали 6–10 еритроцитів і високоавідні (з високою щільністю рецепторів, морули) – приєднали більше 10 еритроцитів [18].

Аналіз результатів досліджень проводили за допомогою пакету програм Statistica 6.0. Вірогідність різниць оцінювали за t-критерієм Стьюдента. Результати вважали вірогідними при $P \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Важливе значення при вивченні імунної системи організму поросят має дослідження кількісного складу лейкоцитів, і зокрема Т- і В-лімфоцитів як провідних імунокомпетентних клітин крові, оскільки вони характеризують рівень захисних сил організму та стан специфічного імунітету [8].

Відомо, що організм поросят у період формування імунної системи в перші три доби захищений завдяки материнським антитілам, які створюють пасивний (колостральний) імунітет [17].

Здатність організму відповідати практично на будь-який антиген забезпечується наявністю великого числа різних популяцій лімфоцитів, кожна з яких має специфічні рецептори для певних антигенів. Т- і В-популяції виконують головну роль у захисних функціях організму [8].

На основі проведених досліджень виявлено зміну кількості Т- і В-лімфоцитів у крові поросят контрольної та дослідної груп протягом усього досліду. У крові 20-добових поросят загальна кількість Т-лімфоцитів коливалася в межах $46,00 \pm 1,19$ і $45,92 \pm 1,21$ %. У подальшому загальна кількість Т-лімфоцитів на 25-ту добу життя поросят контрольної групи дещо знизилася. Після відлучення поросят встановлено низьку кількість Т-лімфоцитів у їх крові, де на 35 добу життя цей показник знизився на 5,79 % порівняно з початком досліду (табл. 1).

Водночас у крові поросят контрольної групи на 30-ту добу життя встановлено зниження низькоавідних, середньоавідних Т-лімфоцитів, які зв'язують 3–5 і 6–10 еритроцитів барана. У 35-добових поросят встановлено зниження низькоавідних Т-лімфоцитів на 6,55 % порівняно з показниками, взятими у 20-добових поросят.

Також у вказаний період досліджень встановлено незначне підвищення середньоавідних та високоавідних Т-лімфоцитів на 0,41 і 0,35 % відповідно. У 40-добових поросят встановлено вірогідно нижчу кількість високоавідних Т-лімфоцитів, де відповідно у крові поросят контрольної групи вони

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

становили $1,79 \pm 0,21$ %, тоді як у 20-ти добових цей показник становив $2,62 \pm 0,49$ %.

1. Кількість Т- і В-лімфоцитів та їх функціональна активність у крові поросят за дії кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс»

Показники	Групи	Доба життя				
		20	25	30	35	40
Т-загальні, % в т.ч.	К	$46,00 \pm 1,19$	$45,10 \pm 2,92$	$44,23 \pm 1,98$	$40,21 \pm 0,99$	$38,41 \pm 2,10$
	Д	$45,92 \pm 1,21$	$45,60 \pm 1,87$	$45,56 \pm 1,45$	$44,47 \pm 2,20$	$43,59 \pm 2,30$
низькоавідні (3–5)	К	$37,17 \pm 1,56$	$36,78 \pm 1,99$	$36,81 \pm 1,30$	$30,62 \pm 1,74$	$31,41 \pm 1,51$
	Д	$37,05 \pm 2,05$	$35,25 \pm 0,97$	$33,11 \pm 1,24^*$	$31,33 \pm 0,85$	$29,41 \pm 1,40$
середньоавідні (6–10)	К	$6,21 \pm 0,50$	$6,11 \pm 0,75$	$5,64 \pm 0,82$	$6,62 \pm 0,60$	$5,21 \pm 1,10$
	Д	$6,14 \pm 0,61$	$7,21 \pm 0,53$	$8,98 \pm 0,77^{**}$	$9,52 \pm 1,00^*$	$9,90 \pm 0,58^*$
високоавідні М	К	$2,62 \pm 0,49$	$2,21 \pm 0,53$	$1,78 \pm 0,32$	$2,97 \pm 0,41$	$1,79 \pm 0,21$
	Д	$2,73 \pm 0,34$	$3,14 \pm 0,22$	$3,47 \pm 0,24^*$	$3,62 \pm 0,30$	$4,28 \pm 0,30^{***}$
Т-активні, % в т.ч.	К	$21,62 \pm 0,75$	$21,56 \pm 1,02$	$20,87 \pm 1,10$	$19,62 \pm 1,57$	$23,54 \pm 1,60$
	Д	$21,60 \pm 0,52$	$22,56 \pm 0,60$	$23,14 \pm 0,58$	$24,00 \pm 0,60^*$	$32,28 \pm 0,45^{***}$
низькоавідні (3–5)	К	$17,38 \pm 0,70$	$17,43 \pm 0,98$	$17,36 \pm 1,05$	$17,29 \pm 0,85$	$19,47 \pm 1,15$
	Д	$17,35 \pm 0,49$	$17,85 \pm 0,84$	$18,81 \pm 0,35$	$19,42 \pm 0,65^*$	$22,14 \pm 1,10$
середньоавідні (6–10)	К	$4,24 \pm 0,65$	$4,13 \pm 0,30$	$3,51 \pm 0,29$	$2,33 \pm 0,41$	$4,07 \pm 0,50$
	Д	$4,25 \pm 0,57$	$4,71 \pm 0,54$	$4,33 \pm 0,34$	$4,58 \pm 0,37^{**}$	$10,14 \pm 0,81^{***}$
Т-хелпери, % в т.ч.	К	$23,89 \pm 0,71$	$23,42 \pm 1,10$	$22,10 \pm 1,05$	$19,14 \pm 1,20$	$22,89 \pm 0,98$
	Д	$23,84 \pm 0,80$	$24,11 \pm 1,25$	$26,71 \pm 1,12^{**}$	$22,84 \pm 1,05^*$	$26,43 \pm 1,54^*$
низькоавідні (3–5)	К	$20,16 \pm 0,49$	$20,13 \pm 0,75$	$19,26 \pm 0,98$	$17,10 \pm 1,01$	$18,62 \pm 1,15$
	Д	$20,17 \pm 0,57$	$20,32 \pm 0,94$	$22,05 \pm 1,05^*$	$18,23 \pm 0,65$	$21,70 \pm 1,30$
середньоавідні (6–10)	К	$3,73 \pm 0,38$	$3,29 \pm 0,47$	$2,84 \pm 0,61$	$2,04 \pm 0,55$	$4,27 \pm 1,00$
	Д	$3,67 \pm 0,42$	$3,79 \pm 0,84$	$4,66 \pm 1,10$	$4,61 \pm 0,64^{**}$	$4,73 \pm 0,86$
Т-супресори, %	К	$22,11 \pm 1,20$	$21,68 \pm 3,15$	$22,13 \pm 2,40$	$21,07 \pm 1,98$	$15,52 \pm 2,10$
	Д	$22,08 \pm 0,99$	$21,49 \pm 2,16$	$18,85 \pm 1,90$	$21,68 \pm 1,50$	$17,16 \pm 0,99$
Імуно-регулятор- ний індекс	К	$1,08 \pm 0,08$	$1,08 \pm 0,07$	$1,00 \pm 0,08$	$0,91 \pm 0,09$	$1,47 \pm 0,05$
	Д	$1,07 \pm 0,05$	$1,12 \pm 0,02$	$1,42 \pm 0,08^{**}$	$1,05 \pm 0,10$	$1,54 \pm 0,09$
В-лімфоцити, % в т.ч.	К	$26,47 \pm 1,39$	$26,52 \pm 2,07$	$26,31 \pm 1,65$	$23,64 \pm 1,84$	$25,21 \pm 1,40$
	Д	$26,43 \pm 2,10$	$28,65 \pm 1,80$	$30,10 \pm 1,20$	$27,67 \pm 1,01^*$	$32,44 \pm 0,95^{**}$
низькоавідні (3–5)	К	$19,23 \pm 0,53$	$19,42 \pm 0,60$	$20,30 \pm 0,74$	$19,65 \pm 0,68$	$21,20 \pm 0,95$
	Д	$19,19 \pm 0,68$	$20,26 \pm 0,97$	$22,21 \pm 1,10$	$19,71 \pm 0,85$	$23,10 \pm 1,22$
середньоавідні (6–10)	К	$7,24 \pm 1,30$	$7,10 \pm 0,55$	$6,01 \pm 0,47$	$3,99 \pm 0,60$	$4,01 \pm 0,34$
	Д	$7,24 \pm 0,85$	$8,39 \pm 0,75$	$7,89 \pm 0,42^{**}$	$7,96 \pm 0,50^{***}$	$9,34 \pm 0,74^{***}$

Примітки: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

З цих даних випливає, що функціональна активність Т-лімфоцитів в організмі поросят після завершення стресорної дії, зумовленої відлученням їх від свиноматки, знижується. При цьому загальна кількість Т-лімфоцитів з низькою щільністю рецепторів у вказані періоди досліджень також була меншою, ніж до відлучення.

Згодовування поросят кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» сприяє зростанню кількості Т-лімфоцитів з середньою та високою щільністю рецепторів. Відповідно ці показники у крові 35-ти добових поросят були вищими на 2,9 і 0,65 % порівняно з контрольною групою. Вірогідні зміни Т-лімфоцитів з середньою та високою щільністю рецепторів у крові поросят дослідної групи спостерігаємо і у 45-ти добових поросят, де відповідно вони становили $5,21 \pm 1,10$ % і $4,28 \pm 0,30$ %, тоді як у контрольної групи ці показники коливалися в межах $5,21 \pm 1,10$ і $4,28 \pm 0,30$ %.

При дослідженні Т-активних лімфоцитів у крові поросят контрольної групи встановлено зниження цього показника у 35-ти добових поросят до $19,62 \pm 1,57$ %, зокрема низькоавідних до $17,29 \pm 0,85$ %. У дослідної групи поросят, яким згодовували кормову добавку «Бутаселмевіт-плюс» встановлено підвищення Т-активних лімфоцитів на 4,38 %. Також у поросят дослідної групи відмічаємо підвищення кількості низькоавідних і середньоавідних лімфоцитів відповідно на 2,13 і 2,25 %.

З'ясовано, що після відлучення поросят у їх крові знижується кількість Т-хелперів на 1,79 %. Найнижчою кількістю Т-хелперів була у крові контрольної групи поросят на 35-ту добу життя, де відпо-

відно вона коливалася в межах $19,14 \pm 1,20$ %, що на 4,75 % відносно початкових величин. На 45-ту добу життя поросят у їх крові спостерігали незначне підвищення цього показника до $22,89 \pm 0,98$ %. При згодовуванні кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» у поросят дослідної групи виявлено вірогідне підвищення Т-хелперів на 30-ту добу досліду, що вказує на активацію імунної системи організму. Висока кількість Т-хелперів спостерігалася і у 35- та 40-добових поросят, де відповідно вона зросла на 3,7 і 3,54 %.

Таку тенденцію спостерігали щодо кількості низькоавідних та середньоавідних Т-хелперів. Досліджено, що у крові контрольної групи поросят на 35-ту добу життя кількість низькоавідних та середньоавідних Т-хелперів була найнижчою, що відповідно становило $17,10 \pm 1,01$ % і $2,04 \pm 0,55$ %. У дослідної групи поросят кількість цих показників була вірогідно вищою на 30-та 35-у добу життя на 2,79 і 1,82 %, 1,13 і 2,57 % відповідно.

Подібну тенденцію спостерігали щодо Т-супресорів у крові поросят контрольної та дослідної груп, кількість яких у контрольної групи протягом усього досліду знижувалася до $15,52 \pm 2,10$ %, а дослідної – до $17,16 \pm 0,99$ %. На 30-ту добу життя поросят відмічаємо більшу кількість Т-супресорів у контрольній групі порівняно з дослідною групою, якій з кормом згодовували кормову добавку. На 35-ту добу життя у крові контрольної групи поросят цей показник коливався в межах $21,07 \pm 1,98$ %, тоді як у дослідної групи він був дещо вищим і відповідно становив $21,68 \pm 1,50$ %.

Такі зміни в популяції Т-клітин зумовили зростання імунорегуляторного індексу в поросят дослідної групи, яким з кормом задавали кормову добавку «Бутаселмевіт-плюс» порівняно з контрольною групою.

Дослідження В-лімфоцитів у крові характеризує рівень гуморальної ланки імунітету. Встановлено, що кількість В-лімфоцитів у крові відлучених поросят контрольної групи протягом усього досліду знижувалася. Найнижчою кількістю В-лімфоцитів була на 35-ту добу життя, де відповідно з початковими величинами вона знизилася на 2,83 %. За ступенем диференціації В-лімфоцитів у крові поросят контрольної групи виявлено більшу кількість низькоавідних популяцій клітин з одночасним зниженням кількості середньоавідних популяцій порівняно з показниками крові взятої на 20-ту добу життя поросят.

Водночас у крові поросят дослідної групи, яким з кормом задавали кормову добавку «Бутаселмевіт-плюс», встановлено підвищення загальної кількості В-лімфоцитів, зокрема і низькоавідних та середньоавідних популяцій

Збільшення кількості В-лімфоцитів у крові поросят дослідної групи порівняно з контрольною можна пояснити комплексною дією досліджуваних чинників у складі кормової добавки на кількість теофілін-резистентної популяції Т-лімфоцитів, які активують лімфопоез і диференціацію В-лімфоцитів.

Отже, проведені дослідження показали, що додаткове введення поросят до складу корму кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» призводить до збільшення кількості Т-лімфоцитів (загальних, активних і теофілін-чутливих) і В-лімфоцитів у їх крові та підвищує функціональну активність імунотоксичних клітин за рахунок перерозподілу рецепторного апарату Т- і В-лімфоцитів у бік збільшення їхньої авідності.

Вивчення гуморальних факторів природної резистентності поросят показало, що до відлучки у 20-добовому віці величина БАСК тварин контрольної та дослідної груп перебувала в межах $26,36 \pm 0,49$ і $26,10 \pm 0,54$ % (табл. 2).

2. Бактерицидна активність сироватки крові поросят за дії кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс», % ($M \pm m$, $n = 5$)

Доба життя	Групи поросят	
	контрольна	дослідна
20 доба	$26,36 \pm 0,49$	$26,10 \pm 0,54$
25 доба	$31,25 \pm 0,87$	$31,87 \pm 1,02$
30 доба	$21,72 \pm 1,10$	$25,47 \pm 0,68^{**}$
35 доба	$21,20 \pm 1,21$	$28,56 \pm 1,52^{**}$
40 доба	$22,13 \pm 0,95$	$27,82 \pm 1,06^{**}$

Примітка: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: ** – $p < 0,01$.

На 25 добу досліду БАСК у контрольної групи поросят зросла до $31,25 \pm 0,87$ % тоді як у дослідної групи – $31,87 \pm 1,02$ % відповідно. Після відлучки у крові поросят контрольної групи БАСК знизилася на 9,53 % порівняно з показниками, взятими до відлучки. У 35- і 45-ти добовому віці БАСК у поросят контрольної групи залишалася на низькому рівні. Тоді як у дослідної групи поросят, яким згодовува-

ли кормову добавку «Бутаселмевіт-плюс», цей показник був вірогідно вищим. У 30-ти добових поросят дослідної групи БАСК була вищою на 3,75 %, а у 35-ти добових поросят – на 7,36 % порівняно з контрольною групою тварин.

При дослідженні лізоцимної активності сироватки крові у поросят контрольної та дослідної груп встановлено, що на 20-ту добу досліді вона коливалася в межах $40,49 \pm 0,75$ і $40,60 \pm 0,80$ %. У 25-ти добових поросят ЛАСК у контрольної групи зросла на 6,36 %, а у дослідної – на 6,64 % відповідно (табл. 3).

3. Лізоцимна активність сироватки крові поросят за дії кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс», % ($M \pm m$, $n = 5$)

Доба життя	Групи поросят	
	контрольна	дослідна
20 доба	$40,49 \pm 0,75$	$40,60 \pm 0,80$
25 доба	$46,85 \pm 0,84$	$47,24 \pm 2,21$
30 доба	$42,87 \pm 0,97$	$49,46 \pm 1,50^{**}$
35 доба	$40,54 \pm 1,80$	$50,10 \pm 2,00^{**}$
40 доба	$41,50 \pm 2,10$	$49,67 \pm 2,40^{*}$

Примітки: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

Як показали отримані результати, відлучення призводить до зниження ЛАСК у поросят контрольної групи на 30-ту і 35-ту добу досліді на 3,98 і 6,31 %. Тоді як у дослідної групи цей показник був вірогідно вищим, де відповідно у 30-ти добових поросят він коливався в межах $49,46 \pm 1,50$ %, а у 35-ти добових – $50,10 \pm 2,00$ %, що на 6,59 і 9,56 % був вищим порівняно з показниками контрольної групи.

Вміст ЦІК у крові поросят контрольної групи після відлучення, на 30-ту добу досліді був більшим на 12,9 %, ніж у період до відлучення (табл. 4). У подальшому рівень ЦІК у крові контрольної групи поросят дещо знизився, однак залишався на високому рівні. При дослідженні рівня ЦІК у крові дослідної групи поросят, яким задавали кормову добавку «Бутаселмевіт-плюс», встановлено зниження цього показника на 30- і 35-ту доби досліді відповідно на 7,8 і 9,3 % порівняно з показниками контрольної групи поросят.

4. Циркулюючі імунні комплекси у крові поросят за дії кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс», ммоль/л ($M \pm m$, $n = 5$)

Доба життя	Групи поросят	
	контрольна	дослідна
20 доба	$71,24 \pm 2,04$	$71,42 \pm 2,06$
25 доба	$72,35 \pm 2,10$	$72,29 \pm 1,85$
30 доба	$81,65 \pm 1,75$	$75,32 \pm 2,30^{*}$
35 доба	$80,84 \pm 2,20$	$73,36 \pm 1,94^{*}$
40 доба	$80,41 \pm 2,48$	$73,25 \pm 2,46^{*}$

Примітка: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: * – $p < 0,05$.

Загалом отримані дані вказують про інгібуючий вплив стресу на показники природної резистентності, особливо гуморальних факторів захисту в організмі поросят і ефективність кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» з метою нормалізації виявлених порушень.

Поряд зі зниженням активності гуморальної ланки імунітету у відлучених поросят встановлено пригнічення неспецифічної імунної системи, що проявляється зниженням фагоцитарної активності і зменшенням фагоцитарного числа.

З'ясовано, що у поросят контрольної та дослідної груп на початку досліді фагоцитарна активність нейтрофілів та фагоцитарний індекс були в межах величин $45,42 \pm 0,90$ % – $45,35 \pm 0,57$ % і $7,35 \pm 0,09$ – $7,31 \pm 0,09$ од. Після відлучення у поросят контрольної групи спостерігається зниження фагоцитарної активності нейтрофілів на 2,81 % порівняно з початковими величинами (табл. 5). У вказаний період дослідження встановлено незначне підвищення фагоцитарного індексу у крові контрольної групи, який відповідно становив $7,48 \pm 0,10$ од.

5. Фагоцитарна активність нейтрофілів крові поросят за дії кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс», % ($M \pm m$, $n = 5$)

Доба життя	Групи поросят	
	контрольна	дослідна
20 доба	45,42±0,90	45,35±0,57
25 доба	45,67±0,85	45,74±0,65
30 доба	42,86±1,01	47,12±1,15**
35 доба	41,21±0,94	48,84±0,85***
40 доба	48,54±0,59	50,94±1,00*

Примітки: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Аналогічні різниці отримано стосовно впливу кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» на ФЧ і ФІ, зокрема у поросят дослідної групи на 35-ту добу досліду вони були більшими на 7,5 і 11,2 %, ніж у контролі (табл. 6 і 7).

6. Фагоцитарний індекс крові поросят за дії кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс», од. ($M \pm m$, $n = 5$)

Доба життя	Групи поросят	
	контрольна	дослідна
20 доба	7,35±0,11	7,31±0,09
25 доба	7,40±0,15	7,46±0,11
30 доба	7,48±0,10	7,50±0,06
35 доба	7,62±0,14	8,47±0,10*
40 доба	7,60±0,20	8,11±0,12*

Примітки: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: * – $p < 0,05$.

Згодовування поросят кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» спричинило активуючий вплив на показники фагоцитозу. На 30-ту добу досліду ФА нейтрофілів крові у поросят дослідної групи була вищою на 4,26 %, ніж у контролі.

7. Фагоцитарне число крові поросят за дії кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс», од. ($M \pm m$, $n = 5$)

Доба життя	Групи поросят	
	контрольна	дослідна
20 доба	3,90±0,12	4,00±0,10
25 доба	3,98±0,11	4,11±0,12
30 доба	3,45±0,12	3,87±0,08**
35 доба	4,00±0,14	4,30±0,13
40 доба	4,12±0,11	4,67±0,13**

Примітка: ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: ** – $p < 0,01$.

Указані вище дані свідчать про те, що компоненти кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» стимулюють процеси фагоцитозу, підвищуючи антимікробні властивості клітин крові.

Отже, відлучення поросят від свиноматок у 28-добовому віці призводить до пригнічення гуморальної ланки природної резистентності. Застосування кормової добавки поросят дослідної групи сприяло підвищенню бактерицидної та лізоцимної активності сироватки крові, а також зростанню фагоцитарної активності нейтрофілів та фагоцитарного числа в період відлучення. Також додаткове введення поросят до складу корму кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» призводить до збільшення кількості Т-лімфоцитів (загальних, активних і теофілін-чутливих) і В-лімфоцитів у їх крові та підвищує функціональну активність імунокомпетентних клітин.

Висновки

Застосування кормової добавки поросят дослідної групи сприяло підвищенню бактерицидної (на 7,36 %, $p < 0,05$) та лізоцимної активності сироватки крові (на 9,56 %, $p < 0,05$), а також зростанню фагоцитарної активності нейтрофілів (на 7,63 %, $p < 0,001$) та фагоцитарного числа (на 13,3 %, $p < 0,025$) в період відлучення. Також додаткове введення поросят під час годівлі кормової добавки

«Бутаселмевіт-плюс» призводить до збільшення кількості Т-лімфоцитів (загальних, активних і теофілін-чутливих) і В-лімфоцитів у їх крові та підвищує функціональну активність імунотоксичних клітин.

Перспективи подальших досліджень. У перспективі планується провести дослідження щодо впливу кормової добавки «Буселмевіт-плюс» на стан антиоксидантного захисту організму поросят при відлученні.

References

1. Ahmad, M. K., Amani, S., & Mahmood, R. (2011). Potassium bromate causes cell lysis and induces oxidative stress in human erythrocytes. *Environmental Toxicology*, 29 (2), 138–145. doi: 10.1002/tox.20780.
2. Chala, I. V., & Rusak, V. S. (2016). Redox-potential and the state of peroxide oxidation of blood lipids in cows kept under ecologically unfavorable conditions. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 18, 2 (66), 197–201. doi: 10.15421/nvlvet6640.
3. Cherkashina, D. V., & Petrenko, A. Y. (2006). Hepatoprotective effect of fetal tissue cytosol and its thermostable fraction in rats with carbon tetrachloride-induced hepatitis. *B. Exp. Biol. Med.*, 141 (4), 544–547. doi: 10.1007/s10517-006-0216-y.
4. Gutyj, B., Martyschuk, T., Bushueva, I., Semeniv, B., Parchenko, V., Kaplaushenko, A., Magrelo, N., Hirkovyy, A., Musiy, L., & Murska, S. (2017). Morphological and biochemical indicators of blood of rats poisoned by carbon tetrachloride and subject to action of liposomal preparation. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8 (2), 304–309. doi: 10.15421/021748.
5. Gutyj, B., Stybel, V., Hariv, I., Maksymovych, I., Buczek, K., Staniec, M., Milczak, A., Bushueva, I., Kulish, S., Shcherbyna, R., & Samura, T. (2019). Influence Of Ampolinsile And Brovitacoccid On The Protein Synthesizing Function Of The Liver And Enzyme Activity In Turkey Blood Serum During Eimeria Invasion. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 10 (2), 723–729.
6. Khariv, I., Gutyj, B., Hunchak, V., Slobodyuk, N., Vynyarska, A., Sobolta, A., Todoruk, V., Seniv, R. (2017). The influence of brovitacoccid in conjunction with milk thistle fruits on the immune system of turkeys for eimeriosis invasion. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 19 (73), 163–168. doi: 10.15421/nvlvet7334.
7. Khariv, M., Gutyj, B., Butsyak, V., & Khariv, I. (2016). Hematological indices of rat organisms under conditions of oxidative stress and liposomal preparation action. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, 6 (1), 276–289. doi: 10.15421/201615.
8. Khariv, M., Gutyj, B., Ohorodnyk, N., Vishchur, O., Khariv, I., Solovodzhinska, I., Mudrak, D., Grymak, C., & Bodnar, P. (2017). Activity of the T- and B-system of the cell immunity of animals under conditions of oxidation stress and effects of the liposomal drug. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (4), 536–541. doi: 10.15421/2017_157.
9. Kotsumbas, H. I., & Hryniv, M. I. (2016). The influence of feed additives on productivity hematological and immunological parameters of the broiler chicks blood. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 18, 3 (70), 157–160. doi: 10.15421/nvlvet7037.
10. Kulyaba, O., & Stybel, V. (2015). The state of immune system of cows by association of mycobacteriosis and fasciolosis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 17 (2), 309–313.
11. Lavryshyn, Y. Y., Varkholiyak, I. S., Martyschuk, T. V., Guta, Z. A., Ivankiv, L. B., Paladischuk, O. R., Murska, S. D., Gutyj, B. V., & Gufriy, D. F. (2016). The biological significance of the antioxidant defense system of animals body. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 18, 2 (66), 100–111. doi: 10.15421/nvlvet6622.
12. Martyschuk, T. V., Gutyj, B. V., & Vishchur, O. I. (2016). Level of lipid peroxidation products in the blood of rats under the influence of oxidative stress and under the action of liposomal preparation of “Butaselmavit”. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, 6 (2), 22–27. doi: 10.15421/201631.
13. Petrukh, I. M., Simonov, M. R., & Vlizlo, V. V. (2015). Mineralnyi homeostaz u koriv, khvorykh na ketozy, za likuvanni preparatom “Remivital”. *Naukovyi visnyk LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii. Seriya: Veterynarni Nauky*, 17 (2), 183–188 [In Ukrainian].
14. Saba, A. B., Oyagbemi, A. A., & Azeez, O. I. (2010). Amelioration of carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity and haemotoxicity by aqueous leaf extract of *Cnidioscolus aconitifolius* in rats. *Nig. J. Physiol. Sci.*, 25 (2), 139–147.
15. Skrypnyk, I. M. (2007). Gepatoprotetorni zasoby v suchasnij gepatologii. *Consilium*

Medicumlkraina, 1 (5), 11–15 [In Ukrainian].

16. Sobolev, A., Gutyj, B., Grynevych, N., Bilkevych, V., & Mashkin, Y. (2017). Enrichment of meat products with selenium by its introduction to mixed feed compounds for birds. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8 (3), 417–422. doi: 10.15421/021764.

17. Stojanovskyj, V., & Ogrodnyk, M. (2016). Function of intestinal immune barrier of piglets under technological stress. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18 (3 (71), 112–116. doi: 10.15421/nvlvet7126.

18. Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratych, I. B. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biologiyi, tvarynnycztvi ta veterynarnij medycyni : dovidnyk*. Lviv: Spolom (in Ukrainian).

19. Zhukova, I. O., Svitlychna-Kulak, Yu. S., & Longus, N. I. (2016). Correction of state of antioxidant protection in dogs when poisoned by neoverm. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 18, 3 (70), 95–99. doi: 10.15421/nvlvet7022.

20. Jondal M., Holm G., & Wigrell, A. (1972). Surface markers on human T and B lymphocytes. I. A large population of lymphocytes forming nonimmune rosettes with sheep red blood cells. *Journal of Experimental Medicine*, 136 (2), 207–215.

Стаття надійшла до редакції 11.10.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Мартишук Т. В., Гутий Б. В., Халак В. І., Стадницька О. І., Тодорюк В. Б. Стан імунної системи поросят за дії кормової добавки «БУТАСЕЛІМЕВІТ-ПЛЮС». *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 116–125.

© Мартишук Тетяна Василівна, Гутий Богдан Володимирович,
Халак Віктор Іванович, Стадницька Ольга Ігорівна, Тодорюк Василь Борисович, 2019

review article | UDC 636.4.08 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.15

THE LATEST ASPECTS OF PIG MINERAL NUTRITION

S. O. Usenko,

ORCID ID: [0000-0001-9263-5625](https://orcid.org/0000-0001-9263-5625), E-mail: sveta_usenko@ukr.net,

A. S. Siabro,

ORCID ID: [0000-0001-6808-2223](https://orcid.org/0000-0001-6808-2223), E-mail: siabro.aliona@gmail.com,

V. I. Bereznytskyi,

ORCID ID: [0000-0002-3261-2066](https://orcid.org/0000-0002-3261-2066), E-mail: viktor.bereznytskyi@pdaa.edu.ua,

Ye. V. Chukhlib,

ORCID ID: [0000-0001-5547-1692](https://orcid.org/0000-0001-5547-1692), E-mail: ievgenii.chukhlib@pdaa.edu.ua,

V. G. Slynko,

ORCID ID: [0000-0002-1673-5840](https://orcid.org/0000-0002-1673-5840), E-mail: viktor.slynko@pdaa.edu.ua,

O. I. Myronenko,

ORCID ID: [0000-0002-6067-3755](https://orcid.org/0000-0002-6067-3755), E-mail: olemyr@ukr.net,

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

The paper deals with modern ideas concerning pig mineral nutrition. The latest data on the influence of micro-elements on physiological processes in the body, through the activity of enzymes, hormones and vitamins are presented. It has been stated that micro-elements are involved in the biosynthesis of proteins, nucleic acids, ensure lipid metabolism and synthesis of separate hormones of the thyroid gland, pancreas and pituitary gland. Iron, zinc, copper, selenium and magnesium have been found to have a significant effect on the productivity of animals and play a special role in the reproductive capacity of sows. With insufficient or excessive content of minerals in the diet, there is a decrease in the vital and reproductive functions of the animal organism. The new directions of pig mineral nutrition have been considered and it has been found out that, unlike salts of metals, the chelate compounds of micro-elements in the digestive tract interact better with feed biologically active substances, have lower toxicity and are almost completely absorbed in the intestine, retaining their properties. Various sizes and shapes of nanoparticles enhance their ability to bind proteins, nucleic acids, penetrate cellular organelles, integrate into membranes, and thus affect the functions of bio-structures more effectively. This enables to reduce the doses of introducing the salts of micro-elements into the organism, which prevents the environmental pollution with metals. It has been determined that due to a wide spectrum of microelements' chelate compounds action reproductive function indices are significantly improved: sows prolificacy, heavy farrowing, litter weight and milk productivity increase, the preservation of piglets before and after weaning improves; sperm motility, survival and heat resistance of breeding boars, improving sperm fitness for long-term storage are increased. Including chelate micro-elements in the diet contributes to the increase in pig live weight, slaughter output, and improvement of meat physical-chemical properties.

Key words: micro-elements, chelates, pigs, productivity, reproduction.

НОВІТНІ АСПЕКТИ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ СВИНЕЙ

С. О. Усенко, А. С. Сябро, В. І. Березницький, Є. В. Чухліб, В. Г. Слинько, О. І. Мироненко,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Висвітлені сучасні уявлення щодо мінерального живлення свиней. Викладено новітні дані щодо впливу мікроелементів на фізіологічні процеси в організмі через активність ензимів, гормонів та вітамінів. Встановлено, що мікроелементи беруть участь у біосинтезі білків, нуклеїнових кислот, забезпечують ліпідний обмін та синтез окремих гормонів щитоподібної, підшлункової залози та гіпо-

фіза. Виявлено, що залізо, цинк, мідь, селен та магній мають істотний вплив на продуктивність тварин та особливу роль відіграють у репродуктивній здатності свиноматок. При недостатньому або надмірному вмісті мінеральних речовин у раціоні, спостерігається зниження життєвих та відтворювальних функцій тваринного організму. Розглянуто нові напрями мінерального живлення свиней та виявлено, що на відміну від солей металів хелатні сполуки мікроелементів у травному каналі краще взаємодіють з біологічно активними речовинами корму, мають нижчу токсичність та майже повністю всмоктуються в кишечнику, зберігаючи свої властивості. Різноманітні розміри та форми наночастинок підсилюють їх здатність зв'язуватися з білками, нуклеїновими кислотами, проникати у клітинні органели, вбудовуватися в мембрани і, таким чином, більш ефективно впливати на функції біоструктур. Це дає змогу зменшити дози введення до організму солей мікроелементів, що запобігає забрудненню навколишнього середовища металами. Встановлено, що завдяки широкому спектру дії хелатних сполук мікроелементів істотно покращуються показники відтворювальної функції: у свиноматок підвищується багатоплідність, великоплідність, збільшується маса гнізда та молочність, покращується збереженість поросят до та після відлучення; у кнурів-плідників підвищується рухливість, виживаність та терморезистентність спермій, що сприяє придатності сперми до тривалого зберігання. Включення до раціонів хелатних мікроелементів сприяє збільшенню м'яса свиней, підвищенню забійного виходу та покращенню фізико-хімічних властивостей м'яса.

Ключові слова: мікроелементи, хелатні сполуки, свині, продуктивність, відтворення.

НОВЫЕ АСПЕКТЫ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ СВИНЕЙ

С. А. Усенко, А. С. Сябро, В. И. Березницкий, Е. В. Чухлеб, В. Г. Слинько, Е. И. Мироненко,
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Проанализированы современные тенденции в минеральном питании свиней. Изложены новейшие данные о влиянии микроэлементов на физиологические процессы в организме. Доказано, что микроэлементы участвуют в биосинтезе белков, нуклеиновых кислот, обеспечивающих липидный обмен и синтез отдельных гормонов. Выведено, что железо, цинк, медь, селен и магний оказывают существенное влияние на продуктивность животных и особую роль играют в репродуктивной способности свиноматок. Рассмотрены новые направления минерального питания свиней и обнаружено, что в отличие от солей металлов хелатные соединения микроэлементов в пищеварительном канале лучше взаимодействуют с биологически активными веществами корма, имеют низкую токсичность и почти полностью всасываются в кишечнике, сохраняя свои свойства. Это позволяет уменьшить дозы введения в организм солей микроэлементов, предотвращая при этом загрязнение окружающей среды металами. Установлено, что благодаря широкому спектру действия хелатных соединений микроэлементов, существенно улучшаются показатели воспроизводительной функции у свиноматок и хряков-производителей.

Ключевые слова: микроэлементы, хелатные соединения, свиньи, продуктивность, воспроизведение.

Ріст, розвиток, продуктивність та стан здоров'я сільськогосподарських тварин перебувають у тісному взаємозв'язку з протіканням метаболічних процесів, залежно від фізіологічного стану їх організму. Це вимагає розроблення ефективних програм нормованої годівлі, що забезпечують підтримання життєвих функцій організму тварини і сприяють отриманню від них високоякісної продукції. Рівень забезпечення мінеральними речовинами залежить від їхньої кількості в кормах та воді. Вміст мінеральних речовин у кормах залежить від кліматичних умов, типу ґрунтів, виду рослин та періоду їх вегетації, а також дотримання технологій збирання та зберігання. Тому часто спостерігається надлишок одних і нестача інших мікроелементів, що знижує ефективність використання корму.

При організації годівлі великої рогатої худоби, свиней, овець та коней раціони традиційно нормують за вмістом сухої речовини, обмінної енергії, сироваткової клітковини, сирового та перетравного протеїну, крохмалю, сирового жиру, кальцію, фосфору, заліза, цинку міді, магнію, кобальту, каротину, йоду, водорозчинних та жиророзчинних вітамінів, кількістю кормових одиниць [3].

Важливість нормованої годівлі визначається впливом її на відтворювальну здатність, що є основою збільшення поголів'я [43]. Якість і рівень годівлі часто має визначальний вплив на формування статевих функцій в молодих та дорослих тварин, утворення статевих клітин, забезпечення запліднення й розвитку ембріонів. При недостатньому збалансуванні загальної поживності раціонів спостерігається зниження життєвих та відтворювальних функцій тваринного організму, що призводить до при-

пинення овуляції в самок та втрати рефлексу статевого збудження в самців. Недоречною також вважається надмірна (понад нормована) годівля, що призводить до ожиріння та спричинює погіршення (зниження) відтворювальної здатності тварин [14, 26].

При організації повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин особливу увагу надають задоволенню потреби у макро– та мікроелементах. Традиційно мікроелементи вводять у вигляді неорганічних солей, але нині як альтернативну заміну для підвищення конверсії цих речовин в організмі, використовують їх хелатні комплекси [6, 7, 9, 15, 33].

Мікроелементи характеризуються широким спектром дії на організм та продуктивність свиней, через активність ензимів, гормонів та вітамінів, у яких вони містяться в певній кількості та виступають у ролі активатора чи інгібітора. Детальне вивчення біологічної дії мікроелементів дає змогу проаналізувати перспективи в регулюванні активності гормонів, вітамінів та ферментів.

Серед мікроелементів, які суттєво визначають продуктивність тварин провідна роль належить селену, який є активатором синтезу та обміну гормону щитоподібної залози, що регулює ріст, розвиток, функції багатьох органів та систем організму. Цей мікроелемент підвищує вміст імунних тіл та знижує дію алергенів. У поєднанні з вітамінами А, Е, С та β -каротином селен має здатність блокувати дію важких металів (свинець, ртуть, кадмій), що надходять до організму із забрудненого навколишнього середовища [19]. Дефіцит селену в організмі супроводжується анемією, серцевою міопатією, дистрофією печінки, зниженням резистентності, абортів та безпліддям [29].

Селен характеризується високою біохімічною активністю та спільно з вітаміном Е регулює пероксидне окислення ліпідів. У разі нестачі вітаміну Е потреба в селені зростає [44]. Дефіцит селену і токоферолу затримує перетворення метіоніну в цистин, що спричиняє м'язову дистрофію [41]. Це вимагає особливої уваги до нормування цього елемента у згодовуваних кормах, де потреба в ньому змінюється залежно від віку, фізіологічного стану та рівня продуктивності тварин.

Результати численних досліджень свідчать про істотну дію цинку на формування відтворювальної здатності, імунного стану організму та в забезпеченні кровотворення. Цей мікроелемент є структурним компонентом й активатором (виступає синергістом) ензимів, контролює біосинтез білка, нуклеїнових кислот, ліпідний обмін та синтез окремих гормонів [1, 22, 37, 42, 46].

Магній є одним з головних активаторів ензимів, що забезпечують перенесення фосфатних груп при розщепленні АТФ, бере активну участь у формуванні кісток, регулює роботу м'язових та нервових волокон, а також забезпечує акумуляцію кальцію в організмі. Оскільки засвоєння магнію в організмі тварин з корму складає 50–60 %, що часто спричиняє його дефіцит, який супроводжується підвищеною збудливістю, слабкістю кісток, м'язовими судорогами, оскільки підвищується вивільнення кальцію з організму [1, 7, 8].

Особливо важлива роль заліза в перші періоди постнатального розвитку тварин під час настання анемії, що проявляє себе після полового окислювального стресу при переході від анаеробного до аеробного дихання новонароджених. Цей мікроелемент, входячи до низки ензимів – пероксидази, оксидази, каталази і цитохромних ферментів, забезпечує ріст, розвиток і розмноження тварин [7, 8, 45].

Існує вагомий взаємозв'язок між вітаміном Е і залізом, що проявляється у процесах транспорту електронів і біосинтезу гема. Саме цей вітамін регулює оптимальне співвідношення закисного й окисного заліза у тканинах та забезпечує розподіл цього елемента в організмі.

Недостатнє забезпечення залізом, особливо в молодих тварин спричинює анемію, втрату апетиту, пригнічення швидкості росту та інколи підвищується смертність новонароджених та молодих тварин [1, 40]. При цьому надлишок заліза призводить до погіршення засвоєння фосфору та міді, зменшення відкладання вітаміну А в печінці, знижує апетит та прирости живої маси [12].

Серед есенціальних мікроелементів організму тварин провідне значення належить міді, яка входить до складу багатьох ензимів, посилює дію інсуліну, гормонів гіпофіза, щитоподібної залози, мобілізацію депонованого заліза, стимулює його перенесення в кістковий мозок, активує дозрівання еритроцитів [1, 30]. Мідь забезпечує формування структури кісток, хрящів, сухожилів (колаген), забезпечує еластичність стінок кровоносних судин, легених альвеол, шкіри (еластин), нормалізує ритм серцевої діяльності. Регулює роботу центральної нервової системи, активно формує імунітет [7, 11].

Понад нормована годівля свиней сполуками міді гальмує гемопоез, знижує концентрацію вітамінів А, Е, В2, В3, В6, С в органах і тканинах тварин. При цьому поросята втрачають апетит, у них порушується координація рухів, з'являється горб на спині, виникають м'язові судороги й анемія [12].

За даними проведених досліджень виявлено, що селен, цинк, мідь, залізо та магній мають істотний вплив на продуктивність тварин, та особливу роль відіграють у репродуктивній здатності свиноматок.

ток. Вони сприяють підвищенню багатоплідності, великоплідності, збільшенню маси гнізда поросят при їх народженні й відлученні, а також виходу ділових поросят [13].

Кожен із зазначених мікроелементів крім загальної дії на організм свиней має окремий селективний вплив. Додаткове згодовування селену покращує показники ніжності м'яса, а також збільшує вміст сирого протеїну, що підвищує його біологічну цінність [24]. Цинк сприяє підвищенню кількості поросят-нормотрофіків та зниженню кількості поросят-гіпотрофіків, а також випадків мертвонароджуваності [46]. Включення до раціону міді сприяє підвищенню забійного виходу та більш високому відкладанню жиру. Згодовування свиноматкам солей заліза забезпечує покращення біологічної повноцінності молозива і молока, та сприяє профілактиці анемії поросят. Особливістю дії магнію є зменшення тривалості сервіс-періоду у свиноматок [48].

Для забезпечення тварин мінеральними речовинами найчастіше використовують мікроелементи в неорганічній формі, оскільки вони є більш доступні та економічні для придбання. Але при аналізі численних досліджень відомо, що їх потрапляння до організму не задовольняє потребу високопродуктивних тварин у дефіцитних речовинах. Окрім того, виявлено певні недоліки при згодовуванні мінеральних солей, оскільки через низьку засвоюваність організмом, тваринам часто згодовують надлишкову кількість мінеральних речовин, призводячи до множинного антагонізму, чим спричиняють зниження конверсії мікроелементів в організмі, що підвищує вивільнення з організму до 40–70 % цих елементів, що негативно впливає на екологічну ситуацію, забруднюючи навколишнє середовище важкими металами [10, 21]. Тому на сучасному етапі розвитку тваринництва спостерігається необхідність заміни неорганічних солей органічними сполуками [38, 47].

Аналізуючи дослідження, виявлено, що включення хелатних форм мікроелементів забезпечує кращу біологічну доступність: вони легко встановлюють іонний зв'язок з клітинами організму, розпадаються й повністю засвоюються. Застосування фітинової кислоти у структурі хелатів зменшує антагонізм між іншими поживними речовинами [7, 34].

За даними досліджень В. О. Саприкіна та В. С. Бомко, встановлено, що введення до раціону хелату заліза покращує продуктивні й відтворювальні якості свиноматок [4, 27, 32].

Компенсація дефіциту цинку за рахунок згодовування його хелатів сприяє зниженню кількості слабких поросят та їх збереженості до відлучення [23, 39]. Вирощений молодняк характеризується більшим забійним виходом [22].

За даними досліджень А. М. Шимкене, введення хелатного селену до раціону поросних та підсисних свиноматок порівняно з мінеральними солями сприяло підвищенню багатоплідності, маси гнізда в день опоросу, молочності, а також мало позитивний вплив на ріст, розвиток та збереженість підсисних і дорощуваних поросят [35]. Це сприяє покращенню фізико-хімічних властивостей м'яса та сала, збільшення вмісту метіоніну, триптофану, лізину при одночасному зменшенні концентрації оксипроліну [24].

За даними дослідження С. О. Семенова, введення хелатних сполук магнію забезпечує збільшення об'єму еякуляту, кількості живих спермій та підвищує їх концентрацію. Підвищується терморезистентність спермій, що покращує придатність сперми до тривалого зберігання [28].

Встановлено, що додавання до раціону свиноматок хелатної добавки міді в період поросності та лактації сприяє кращій багатоплідності та великоплідності свиноматок, а також підвищує збереженість поросят [5]. При цьому підвищується жива маса та середньодобові прирости, що підвищує забійну масу й кількість внутрішнього жиру, зростає соковитість м'яса та вміст білку в м'язовій тканині [2, 10, 31, 49].

Виявлено, що додаткове згодовування кнурам-плідникам заліза, селену, міді та цинку у формі наоаквахелатів покращує якість спермопродукції – збільшується об'єм еякуляту, концентрація спермій з одночасним покращенням їх виживаності та рухливості. Це відбувається на тлі збільшення вмісту глутатіону, зростання активності супероксиддисмутази та каталази [36]. Доведено, що введення лактатів безпосередньо у сперму підвищує концентрацію дієвих кон'югантів та ТБК-активних комплексів, що свідчить про інтенсифікацію процесів пероксидного окислення [25].

За результатами наших досліджень встановлено, що 24-х годинне інкубування за температури +38°C спермодоз кнурів-плідників, які отримувати наоаквахелати (цинк, селен, мідь, залізо) впродовж 60-ти діб, має істотний вплив на стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу, де він змішується в напрямі прискорення процесів пероксидного окислення та зниження біологічної повноцінності спермій. Зберігання спермодоз за температури +17°C протягом зазначеного періоду сприяє зменшенню активності прооксидантного ензиму – ксантиноксидази, антиоксидантних ензимів супероксиддисмутази й каталази, інтенсивності використання низькомолекулярних антиоксидантів, а та-

кож збереженню рухливості, виживаності та запліднювальної здатності сперміїв. Подальше зниження температури до +5 °C характеризувалось зростанням активності ксантиноксидази, уповільненням перетворення пероксидного окиснення та появою аномалій у сперміях.

Доведено, що введення хелатної форми мікроелементів дає змогу вдвічі зменшити їх кількість порівняно з сольовою формою, покращує засвоюваність поживних речовин та продуктивні якості свиней.

Досить часто застосовують комплекси хелатних елементів (мідь, залізо, цинк) для більшої ефективності впливу на продуктивність [11, 20]. Проаналізовано застосування комплексів хелатних мікроелементів з гуміновими кислотами, та визначено, що ця композиція (хелати + гумати) забезпечує зменшення концентрації мікроелементів в 4–5 разів порівняно з солями. За даними досліджень застосування гуматів в комбінації з хелатами мікроелементів порівняно з хелатними сполуками та солями мікроелементів мають кращий вплив на репродуктивні показники свинок, а саме підвищення молочності, збільшення кількості поросят та їх збереженість, покращення середньодобових приростів за підсисний період [16, 17, 18].

Висновки

Встановлено, що мікроелементи, перебуваючи в тісному взаємозв'язку з ензимами, вітамінами та гормонами, обумовлюють метаболічні перетворення, забезпечуючи формування важливих фізіологічних функцій – тканинного дихання, поділу клітин, розмноження, росту й розвитку організму. Визначено, що для забезпечення ефективних програм годівлі свиней перспективним є використання хелатних сполук мікроелементів як альтернативної заміни мінеральних солей. Це сприятиме кращому їх засвоєнню, зменшенню кількості введення до організму неорганічних солей, що в подальшому запобігає забрудненню навколишнього середовища.

Виявлено, що надвисока біодоступність хелатів мікроелементів відкриває нові шляхи підвищення продуктивності свиней через покращення споживання й конверсії кормів. Завдяки широкому спектру дії цих сполук у свиней виникає можливість регуляції відтворювальні функції: у кнурів-плідників – підвищення рухливості і виживаності сперміїв, а у свиноматок – багатоплідності, великоплідності, збільшення маси гнізда, молочності, покращенні збереженості поросят до та після відлучення.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження з використання хелатних сполук мікроелементів необхідно спрямовувати на визначення їх конверсії, встановлення оптимальних співвідношень мікроелементів з різними біологічно активними речовинами, розроблення й застосування екологічно-безпечних мінеральних добавок, використання мінеральних добавок, зважаючи на біогеохімічні зони.

References

1. Biliavtseva V. V. (2017). Produktivnist molodniaku svynei za zghodovuvannya bilkovo-vitaminno-mineralnoi dobavky «Enervik». *Candidate's thesis*. Bilotserkivskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet, Bila Tserkva [In Ukrainian].
2. Bomko, V. S., & Baranyuk, O. M. (2017). Vpliv zmishanoligandnogo kompleksu kuprumu na dinamiku zhivoyi masi svinej na vidgodivli. *Agrarna Nauka ta Harchovi Tehnologiyi*, 3 (97), 19–24 [In Ukrainian].
3. Bomko, V. S., Babenko, S. P., & Moskalik, O. Yu. (2010). *Godivlya silskogospodarskih tvarin*. Kyiv: Agrarna osvita [In Ukrainian].
4. Bomko, L. G., & Gola, V. V. (2016). Vpliv metalohelativ ferumu na produktivnist i vidtvornu zdattist svinomatok. *Novitni Tehnologiyi Virobnictva ta Pererobki Produkciji Tvarinnictva*, 61–62 [In Ukrainian].
5. Bordune, A. (2014). Organichni formi mikroelementiv – zaporuka zdorov'ya svinomatok i porosyat. *Pributkove Svinarstvo*, 3 (21), 81–84 [In Ukrainian].
6. Bosanevich, N. O., & Lesik, Ya. V. (2018). Fiziologo-biohimichni pokazniki organizmu ta produktivnist kroliv za diyi kobaltu citrate. *Biologiya Tvarin*, 20 (4), 89–89 [In Ukrainian].
7. Gorbatenko, I. Yu., Gil, M. I., & Zaharenko, M. O. (2018). *Biologiya produktivnosti silskogospodarskih tvarin: pidruchnik*. Mikolayiv: Vidavnychij dim «Gelvetika» [In Ukrainian].
8. Grushanska, N. G., Yakimchuk, O. M., & Cvilihovskij, M. I. (2018). Pokaznik obminu mineralnih rechovin v organizmi svinomatok za profilaktiki mikroelementoziv. *Naukovi Dopovidi NUBiP Ukrayini*, 1 (71), 13 [In Ukrainian].
9. Danchuk, A. V., Karpovskij, V. I., Trokoz, V. A., & Kaplunenkov, V. G. (2018). Effektivnost primeneniya nanopreparata mikroelementov Mg, Zn, Ge i Ce dlya korekcii aktivnosti sistemy antioksidantnoj zashity u svinej raznyh tipov vysshejj nervnoj deyatel'nosti. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Perspektivy razvitiya svinovodstva stran SNG»*. Zhodino: Belaruskaya navuka [In Russian].

10. Dolid, S. V., & Bomko, V. S. (2013). Zabijni pokazniki i himichnij sklad m'ysa za zgodovuvannya zmishanoligandnogo kompleksu kuprumu molodnyaku svinej. *Tehnologiya Virobnictva i Pererobki Produkciji Tvarinnictva*, 10 (105), 31–34 [In Ukrainian].
11. Zhao, Yu., Najt, K., Ali, G. (2015). Helati u racionalah svinomatok: yak pokrashiti produktivist ta zmeshiti vidsotok. *Pributkove Svinarstvo*, 3 (27), 96–98 [In Ukrainian].
12. Zapeka, I. Ye. (2019). Patomorfichni osoblivosti esherioziv svinej za nadlishku v kormah kuprumu, ferumu ta kobaltu / *Candidate's thesis*. Kharkivska derzhavna zooveterynarna akademiia, Harkiv [In Ukrainian].
13. Zaporozhec, M. F., & Burko, Yu. A. (2010). Vpliv solej mikroelementiv cinku, margancyu, midi, zaliza i preparatu "Agrovet Atlantik" v racionalah svinej na dobovi prirosti v period yih vidgodivli. *Zbirnik Naukovih Prac Vinnickogo Derzhavnogo Agrarnogo Universitetu*, 2, 38–40 [In Ukrainian].
14. Ibatullin, I. I., Melnik, Yu. F., & Otchenashko, V. V. (2015). *Praktikum z godivli silskogospodarskih tvarin: navchalnij posibnik*. Kyiv [In Ukrainian].
15. Kovalchuk, I. I., Fedoruk, R. S., & Kovalska, L. M. (2014). Vpliv citrativ germaniyu ta selenu na vmist vazhkih metaliv v produkciji bdzhilnictva. *Naukovij Visnik LNUVMBT im. S.Z. Gzhickogo*, 16 (2 (59)), 146–151 [In Ukrainian].
16. Kotlyar, O. S. (2017). Sistema zastosuvannya guminovih dobavok z mikroelementami v godivli svinej. *Materiali mizhnarodnoyi naukovo-praktichnoyi konferenciyi «Dosyagnennya ta perspektivi zastosuvannya guminovih rechovin u silskomu gospodarstvi»*. Dnipro: Dniprovskiy derzhavnyi aharno-ekonomichnyi universytet [In Ukrainian].
17. Kotlyar, O. S., & Mamenko, O. M. (2016). Porivnyannya efektnosti diyi guminovih kormovih dobavok ta kombigumativ mikroelementiv v godivli remontnih svinok. *Problemi Zooinzhenieriyi ta Veterinar-noyi Medicini*, 32 (1), 189–202 [In Ukrainian].
18. Kotlyar, O. S., & Saprikin, V. O. (2014). Efektnist diyi solovih i halatnih mikroelementiv u godivli svinej. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 25–28 [In Ukrainian].
19. Kravciv, R. J., & Yanovich, D. O. (2003). Rol selenu v zhittiediyalnosti tvarin (biologichni, veteri-narno-medichni, ekologichni aspekti). *Biologiya Tvarin*, 5 (1–2), 23–38 [In Ukrainian].
20. Mamchenko, V. Yu. (2013). Viktoristannya metalohelativ u racionalah tvarin. *Visnik Dniptrope-trovskogo Derzhavnogo Agrarnogo Universitetu*, 2, 145–148 [In Ukrainian].
21. Marchenkov, F. S., & Storozhuk, T. V. (2010). Helatni mikroelementi – vazhliiviy komponent kombi-kormiv ta premiksiv. *Zernovi Produkti i Kombikormi*, 1, 37–38 [In Ukrainian].
22. Marshalok, V. A. (2015). Pokazniki zaboyu svinej porodi landras na vidgodivli za diyi zmis-hanoligandnogo kompleksu Cinku. *Tehnologiya Virobnictva i Pererobki Produkciji Tvarinnictva*, 2, 125–129 [In Ukrainian].
23. Marshalok, V. A., & Bomko, V. S. (2012). Vpliv zmishanoligandnogo kompleksu Cinku na rist i rozvitok svinej porodi velika bila na vidgodivli. *Tehnologiya Virobnictva i Pererobki Produkciji Tvarinnic-tva*, 8, 65–68 [In Ukrainian].
24. Pirova, L. V., Kosior, L. T., Mashkin, Y. O., & Lastovska, I. O. (2017). Khimichni, mineralnyi i aminokyslotnyi sklad miasa svynei za vvedennia selenovmisnykh dobavok u ratsion. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (2), 223–229. doi:10.15421/2017_40 [In Ukrainian].
25. Rokotyanska, V. O. (2018). Vpliv nanoakvahelativ na biologichnu povnocinnist spermiyiv. *Visnik Agrarnoyi Nauki Prichornomorya. Seriya: Tvarinnictvo*, 3, 56–61 [In Ukrainian].
26. Ryadchikov, V. G. (2014). *Osnovy pitaniya i kormleniya selskohozyajstvennyh zhivotnyh: uchebnik*. Krasnodar: KGAU [In Russian].
27. Saprikin, V. O., Ionov, I. A., Gazyev, B. M., Zhukorskiy, O. M., Marchenkov, F. S., & Martenyuk, I. O. (2016). Helatni formi zaliza u godivli suporosnih ta laktuyuchih svinomatok. *Biologiya ta Ekologiya*, 2 (2), 70–79 [In Ukrainian].
28. Semenov, S. O., Bindyug, O. A., Zinov'yev, S. G., & Bindyug, D. O. (2015). Yakist spermoproduk-ciji knuriv za umov zgodovuvannya yim bioprotektora mineralnogo «Mg++». *Svinarstvo*, 66, 96–105 [In Ukrainian].
29. Sivik, T. L., & Pirova, L. V. (2010). Vpliv zgodovuvannya selenu na vmist vazhkih metaliv u produk-tah zaboyu svinej. *Tehnologiya Virobnictva i Pererobki Produkciji Tvarinnictva*, 2 (70), 36–39 [In Ukrainian].
30. Fedak, N. M., Vovk, Ya. S., Chumachenko, S. P., & Dushara, I. V. (2012). Mineralni rechovini v go-divli silskogospodarskih tvarin. *Peredgirne ta Girske Zemlerobstvo i Tvarinnictvo*, 54 (1), 128–135 [In Ukrainian].

31. Fedorina, T. A., & Nadeev, V. P. (2012). Effektivnost ispolzovaniya organicheskoy formy medi v kormlenii molodnyaka svinej i vliyanie na gistologicheskie struktur tonkoj kishki, zheludka i pecheni. *Zootehniya i Veterinariya*, 1 (25), 9 [In Russian].
32. Fomina, M. V., Paska, M. Z., Kalin, B. M., Koval, G. M., & Ivanyuk N. T. (2015). Vpliv riznih spoluk i doz zaliza na morfologichnij sklad tush svinej. *Problemi Zooinzhenieriyi ta Veterinarneyi Medicine*, 30 (2), 262–264 [In Ukrainian].
33. Homin, M. M., Kovalchuk, I. I., Kropivka, S. J., & Cap, M. M. (2015). Biohimichnij profil krovi ta moloka koriv za zgodovuvannya citrativ selenu, hromu, kobaltu i cinku. *Naukovo-tehnichnij byuleten Derzhavnogo Naukovo-Doslidnogo Kontrolnogo Institutu Veterinarnih Preparativ ta Kormovih Dobavok i Institutu Biologiyi Tvarin*, 16 (1), 47–53 [In Ukrainian].
34. Chornij, M. V., Cilinska, O. I., Shepetilnikov, Yu. O., & Machula, O. S. (2018). Viktoristannya halatnih kompleksiv dlya zabezpechennya zdorov'ya ta pidvishennya produktivnosti svinej. *Veterinarna biotekhnologiya*, 32 (1), 313–318 [In Ukrainian].
35. Shimkene, A. V., Shimkus, A. Yu., Yuozahtene, V. K., Marchyulinas, V. A., Zavodnik, L. B., Griksas S. A., & Darin, A. I. (2012). Vliyanie organicheskogo seleni na produktivnost svinej. *Zootehniya*, 2 (23), 90–94 [In Russian].
36. Shostya, A. M., Rokotyanska, V. O., Cibenko, V. G., Sokirko, M. P., Giry, V. M., Nevidnichij, O. S., Kaplunenko, V. G., & Pashenko, A. G. (2018). Vpliv nanoakvahelativ na yakist spermoprodukciji u knuriv-plidnikiv. *Visnik Sumskogo Nacionalnogo Agrarnogo Universitetu. Seriya: Tvarinnictvo*, 7 (35), 156–160 [In Ukrainian].
37. Dębski, B. (2016). Supplementation of pigs diet with zinc and copper as alternative to conventional antimicrobials. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 19 (4), 917–924. doi: 10.1515/pjvs-2016-0113.
38. Hernandez, A., Pluske, J. R., D'Souza, D. N., & Mullan, B. P. (2008). Levels of copper and zinc in diets for growing and finishing pigs can be reduced without detrimental effects on production and mineral status. *Animal*, 2 (12), 1763–1771. doi: 10.1017/S1751731108003182.
39. Kloubert, V., Blaabjerg, K., Dalgaard, T. S., Poulsen, H. D., Rinka, L., & Wessels, I. (2018). Influence of zinc supplementation on immune parameters in weaned pig. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 49, 231–240. doi: 10.1016/j.jtemb.2018.01.006.
40. Li, Y., Hansen, S. L., Borst, L. B., Spears, J. W., & Moeser, A. J. (2016). Dietary Iron Deficiency and Oversupplementation Increase Intestinal Permeability, Ion Transport, and Inflammation in Pigs. *The Journal of Nutrition*, 146 (8), 1499–1505. doi: 10.3945/jn.116.231621.
41. Oropeza-Moe, M., Falk, M., Vollset, M., Wisloff, H., Bernhoft, A., Framstad, T., & Salbu, B. (2019). A descriptive report of the selenium distribution in tissues from pigs with mulberry heart disease (MHD). *Porcine Health Management*, 5 (17), 1–9. doi: 10.1186/s40813-019-0124-y.
42. Oropeza-Moe, M., Grontvedt, C. A., Phythian, C. J., Sorum, H., Fauske, A. K. & Framstad, T. (2017). Zinc oxide enriched peat influence. *Porcine Health Management*, 3 (14), 1–12.
43. Pomar, C., & Remus, A. (2019). Precision pig feeding: a breakthrough toward sustainability. *Animal Frontiers*, 9 (2), 52–59. doi: 10.1093/af/vfz006.
44. Sivertsen, T., Vie, E., Bernhoft, A., & Baustad, B. (2007). Vitamin E and selenium plasma concentrations in weanling pigs under field conditions in Norwegian pig herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 49 (1), 1–9. doi: 10.1186/1751-0147-49-1.
45. Szudzik, M., Starzynski, R. R., Jonczy, A., Mazgaj, R., Lenartowicz, M., & Lipinski, P. (2018). Iron Supplementation in Suckling Piglets: An Ostensibly Easy Therapy of Neonatal Iron Deficiency Anemia. *Pharmaceuticals (Basel)*, 11 (4), 128. doi: 10.3390/ph11040128.
46. Vahjen, W., Pietruszynska, D., Starke, I. C., & Zentek, J. (2015). High dietary zinc supplementation increases the occurrence of tetracycline and sulfonamide resistance genes in the intestine of weaned pig. *Gut Pathog*, 7 (23), 1–5. doi: 10.1186/s13099-015-0071-3.
47. Veum, T. L., Carlson, M. S., Wu, C. W., Bollinger, D. W., & Ellersieck, M. R. (2004). Copper proteinate in weanling pig diets for enhancing growth performance and reducing fecal copper excretion compared with copper sulfate. *Journal of Animal Science*, 82 (4), 1062–1070. doi: 10.2527/2004.8241062x
48. Zang, J., Chen, J., Tian, J., Wang, A., Liu, H., Hu, S., Che, X., Ma, Y., Wang, J., Wang, C., Du G., & Ma, X. (2014). Effects of magnesium on the performance of sows and their piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5 (39), 1–8. doi: 10.1186/2049-1891-5-39.

49. Zhao, J. Allee, G., Gerlemann, G., Ma, L., Gracia, M. I., Parker, D., Vazquez-Anon, M., & Harrell, R. J. (2014). Effects of a Chelated Copper as Growth Promoter on Performance and Carcass Traits in Pigs. *Asian-Australas J Anim*, 27 (7), 965–973. doi: 10.5713/ajas.2013.13416.

Стаття надійшла до редакції 15.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Усенко С. О., Сябро А. С., Березницький В. І., Чухліб Є. В., Слинько В. Г., МIRONENKO О. І. Новітні аспекти мінерального живлення свиней. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 126–133.

© Усенко Світлана Олексіївна, Сябро Альона Сергіївна, Березницький Віктор Іванович, Чухліб Євген Володимирович, Слинько Віктор Григорович, МIRONENKO Олена Іванівна, 2019


original article | UDC 636.4, 612.014 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.16

THE INFLUENCE OF DRONE LARVAE HOMOGENATE ON PROOXIDANT-ANTIOXIDANT HOMEOSTASIS IN GILTS IN THE PERIOD OF PUBERTY
A. M. Shostya,

 ORCID ID: [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364), E-mail: shostay@ukr.net,

Ya. M. Yemets,

 E-mail: yiemets@mail.ua,

L. M. Kuzmenko,

 ORCID ID: [0000-0002-1776-0714](https://orcid.org/0000-0002-1776-0714), E-mail: larysa.kuzmenko@pdaa.edu.ua,

O. G. Moroz,

 ORCID ID: [0000-0001-9778-6043](https://orcid.org/0000-0001-9778-6043), E-mail: oleg.moroz@pdaa.edu.ua,

I. I. Stupar,

 ORCID ID: [0000-0003-0428-9836](https://orcid.org/0000-0003-0428-9836), E-mail: intern-fvm@meta.ua,

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

In the conditions of industrial technology, the manifestation of normal physiological functions causing the processes of herd reproduction has changed significantly, manifesting in a weakly expressed sexual cycle and late onset of economic maturity, reducing the resistance of the organism, which is affected by stress factors and systemic hypodynamia. This requires the development of reproductive biotechnologies based on using natural stimulants of animal origin, one of which is drone larvae homogenate (DLH). The aim of the study was to determine the effect of drone larvae homogenate on pro-oxidant-antioxidant homeostasis in gilts during puberty. Gilts of the Large White breed were used in the experiment, analogues by age and live weight, which were fed with drone larvae homogenate. It has been established that during the puberty period the intensification of peroxidation processes in gilts' blood takes place, which is manifested by increasing the content of diene conjugates on the 180th and 210th days of development by 63.6% and 44.1 % respectively. This is confirmed by a significant increase in the number of secondary peroxidation products – TBA-active complexes in the specified periods of their development, by 38.7 % and 30.6 % respectively. It has been revealed that during the period of gilts' sexual maturation, the antioxidant protection system is the most labile from 6 to 8 months of age, where the variability of PAG components is significant due to the increased activity of superoxide dismutase ($p < 0.01$) and catalase ($p < 0.05$) and also the amount of restored glutathione. Additional feeding with DLH contributes to probable slowing down peroxidation processes in the blood, which is confirmed by a lower content of diene conjugates ($p < 0.05-0.01$) and TBA-active complexes ($p < 0.01-0.001$). It has been found that feeding DLH to pigs significantly influences the formation of reproductive function during puberty: the period of the first sexual cycle is reduced by 4 days, the duration of sexual cycles and time of the third estrus beginning are optimized by 7 days, prolificacy - 0.5 heads of piglets and weight of litter at birth and weaning are optimized as well.

Key words: gilts, drone larvae homogenate, blood, peroxidation, antioxidants, reproduction.

ВПЛИВ ГОМОГЕНАТУ ТРУТНЕВИХ ЛИЧИНОК НА ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНИЙ ГОМЕОСТАЗ У СВИНОК У ПЕРІОД СТАТЕВОГО ДОЗРІВАННЯ
А. М. Шостя, Я. М. Ємець, Л. М. Кузьменко, О. Г. Мороз, І. І. Ступарь,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

В умовах промислової технології істотно змінюється прояв нормальних фізіологічних функцій, що обумовлюють процеси відтворення стада, виявляючись у слабо вираженому статевому циклі та пізньому настанні господарської зрілості, зниженні резистентності організму, який перебуває під ді-

єю стресових факторів та системної гіподинамії. Це вимагає розроблення репродуктивних біотехнологій на основі використання природних стимуляторів тваринного походження, серед яких особливе місце відводиться застосуванню природних стимуляторів тваринного походження, одним з яких є гомогенат трутневих личинок (ГТЛ). Метою досліджень було з'ясувати вплив гомогенату трутневих личинок на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свинок у період статевого дозрівання. В експерименті використані свинки великої білої породи, аналоги за віком і живою масою, яким згодовували гомогенат трутневих личинок. Встановлено, що впродовж періоду статевого дозрівання у крові свинок відбувається інтенсифікація процесів пероксидації, яка проявляється в підвищенні вмісту дієнових кон'югатів на 180-ту та 210-ту доби розвитку відповідно на 63,6 % та 44,1 %. Це підтверджується суттєвим зростанням кількості вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних комплексів у зазначені періоди їхнього розвитку, відповідно 38,7 % та 30,6 %. Виявлено, що в період статевого дозрівання свинок система антиоксидантного захисту є найбільш лабільною від 6-ти до 8-ми місячного віку, де мінливість компонентів ПАГ є суттєвою за підвищеною активністю супероксиддисмутази ($p < 0,01$) і каталази ($p < 0,05$), а також кількості відновленого глутатіону. Додаткове згодовування ГТЛ сприяє вірогідному сповільненню процесів пероксидації у крові, яке підтверджується нижчим вмістом дієнових кон'югатів ($p < 0,05-0,01$) та ТБК-активних комплексів ($p < 0,01-0,001$). З'ясовано, що згодовування ГТЛ свинкам істотно впливає на формування відтворювальної функції впродовж статевого дозрівання: скорочується термін настання першого статевого циклу на 4 доби, оптимізується тривалість статевих циклів та час початку третьої охоти на 7 діб, багатоплідність – 0,5 голів поросят і маса гнізда при народженні та відлученні.

Ключові слова: свинки, гомогенат трутневих личинок, кров, пероксидне окиснення, антиоксиданти, відтворення.

ВЛИЯНИЕ ГОМОГЕНАТА ТРУТНЕВЫХ ЛИЧИНОК НА ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНЫЙ ГОМЕОСТАЗ У СВИНОК В ПЕРИОД ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

А. М. Шостя, Я. М. Емец, Л. М. Кузьменко, О. Г. Мороз, И. И. Ступарь,
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Изложены результаты исследований по изучению влияния гомогената трутневых личинок на формирование прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза в крови свинок крупной белой породы. Обнаружено, что дополнительное скармливание гомогената трутневых личинок свинкам существенно влияет на периоды половых созреваний, а также качественные и количественные показатели воспроизведения животных: увеличивает массу гнезда, количество живых особей при рождении, удерживает сохранность на большем уровне. Подтверждено существенное влияние скармливания свиноматкам гомогената трутневых личинок на формирование прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза в крови, которое проявлялось в замедлении процессов пероксидации за счет повышения уровня системы антиоксидантной защиты.

Ключевые слова: свинки, гомогенат трутневых личинок, кровь, перекисное окисление, антиоксиданты, воспроизведение.

Вступ

В умовах промислової технології істотно змінюється прояв нормальних фізіологічних функцій, що обумовлюють процеси відтворення стада, виявляючись у слабо вираженому статевому циклі та пізньому настанні господарської зрілості, зниженні резистентності організму, який перебуває під дією стресових факторів та системної гіподинамії. В основі цих змін найчастіше є порушення перебігу метаболічних процесів особливо ліпідного обміну, які визначають особливості формування гормонального фону у циклюючих самок [1, 10, 11]. Ці зміни найчастіше супроводжуються збільшенням угодюваності свиней, яке настає через порушення програм нормованої годівлі і настає через відсутність моціону у свинок.

Результати численних досліджень доводять суттєвий вплив біологічно активних речовин на репродуктивну здатність свиней. Використання наноаквахелатів у годівлі кнурів-плідників істотно корегує кількісні і якісні показники спермопродукції [17]. Додаткове згодовування вітамінів А, Е та С покращує репродуктивні показники свиноматок [5, 9]. Однак провідне значення в живленні свиней належить використанню комплексних біологічно активних добавок, серед яких вагоме місце займає гомогенат трутневих личинок (ГТЛ), де його дія обумовлюється наявністю вітамінів (β -каротин, α -

токоферол, вітамінами B1, B2, B3, B4, B5 і B6), лімітуючими амінокислотами (лізин, метіонін, аргінін, трионін) та гормонами (тестостерон, прогестерон, пролактин, естрадіол) [2, 14, 21]. Доведено ефективне використання ГТЛ для покращення якості спермопродукції у кнурів-плідників через оптимізацію прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу [18].

Однак у формуванні структури стада свиней вагома роль належить репродуктивній здатності свинок. Отже, виявлення особливостей формування відтворювальної функції у цих тварин є нагальною потребою науки та виробництва. Результати досліджень А. М. Шості та С. О. Усенко, доводять, що залежно від періодів статевого дозрівання свинок та відтворювального циклу свиноматок стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу змінюється, а його зміни забезпечують нормальний перебіг процесів запліднення, імплантації і плацентації ембріонів [13, 19, 20, 22–24].

Отже, розкриття особливостей і закономірностей формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок та розроблення способів його корекції може стати основою для створення методів, спрямованих на регуляцію їх росту, розвитку та підвищення відтворювальної функції, а тому є актуальним як з теоретичного так і з практичного поглядів.

Метою досліджень було з'ясувати вплив гомогенату трутневих личинок на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свинок у період статевого дозрівання.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати такі *завдання*:

- встановити вплив гомогенату трутневих личинок на формування статевої функції у свинок;
- виявити особливості впливу гомогенату трутневих личинок на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок;
- дослідити вплив гомогенату трутневих личинок на репродуктивну здатність свинок.

Матеріали і методи досліджень

Експерименти були проведені в умовах ПрАТ «Племсервіс» та лабораторії фізіології відтворення Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. За принципом аналогів було сформовано дві групи по 10 голів у кожній: I група – контрольна, II – дослідна, до раціону якої додатково додавали біологічну добавку гомогенату трутневих личинок – 0,5 г щоденно. Годівля тварин здійснювалася згідно з кормовими нормами Інституту свинарства і АПВ НААН. Для оцінки прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свиней відбирали кров з передньої порожнистої вени у фазу дієструса (на 11 добу від початку другого циклу, після встановлення рефлексу нерухомості) та еструса (через 24 години від початку охоти, після встановлення рефлексу нерухомості). Інтрацервікальне штучне осіменіння свинок проводили через 24 та 36 годин після встановлення рефлексу нерухомості залежно від прояву ознак еструса [9].

Оцінку відтворювальних якостей свинок проводили за їх заплідненістю, багатоплідністю, великоплідністю та масою гнізда при народженні та відлученні у 28 днів.

У досліджуваних зразках крові тварин визначали показники стану ПАГ. Для оцінки рівня перебігу пероксидного окиснення визначали: концентрацію дієнових кон'югатів – спектрофотометрично [15] і ТБК-активних комплексів (альдегіди і кетони) – фотоелектроколориметрично [12]. Рівень антиоксидантного захисту визначали за: активністю супероксиддисмутази (СОД) – фотометрично [3]; активністю каталази (КТ) за методикою з використанням ванадій-молібдатної реакції [4], вмістом відновленої форми глутатіона – фотоелектроколориметрично з реактивом Елмана [15]; концентрацією аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот – за кількістю озонів, модифікованим методом [7].

Отриманий цифровий матеріал був статистично опрацьований за допомогою програми Statistika для Windows XP. Для порівняння досліджуваних показників та їхніх меж групових різниць використовували Т – критерій Ст'юдента, а результати вважали вірогідними після $p < 0,05$. У таблицях застосовано такі умовні позначення: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати експерименту свідчать про те, що біологічно активна добавка ГТЛ суттєво впливає на час настання першої охоти, де у тварин контрольної групи початок першого статевого циклу встановлено на 162-гу добу, коли у свинок дослідної групи – 158-му добу розвитку (табл. 1). Було зафіксовано меншу тривалість статевих циклів, які становили від першої до другої охоти в дослідній групі 26 діб, тоді як група контроль – 28 діб. Тривалість третього циклу в контролі – 23 доби, показник дослідної групи – 22 доби.

Виявлено, що під час вирощування у тварин контрольної групи настання третьої охоти було на 213 добу, а в дослідній групі припадало на 206 добу розвитку. Різниця становлення статевої функції в

цих тварин очевидно отримана за рахунок впливу біологічно активної речовини ГТЛ.

Встановлено, що додаткове згодовування ГТЛ з кормом здійснює корегуючу дію на ендокринну та кровоносну системи, в результаті чого підвищується рівень тироксину, трийодтироніну, кортизолу, резистентність та репродуктивна здатність тварин [5]. Доведено, що вирощування свиней на покращених повноцінних раціонах, збагачених біологічно активними компонентами (більшість яких є складовими ГТЛ), забезпечує отримання більш біологічно повноцінного потомства, значно зменшуючи відсоток вибраковування та суттєво підвищує ефективність селекційного процесу [11].

1. Вплив ГТЛ на репродуктивні показники свинок, $M \pm m$ ($n=10$)

Репродуктивні показники	Групи	
	Контроль	Дослід
I охота, діб	162,0 $\pm$ 5,09	158,0 $\pm$ 3,09
Тривалість II циклу, діб	28,0 $\pm$ 1,49	26,2 $\pm$ 1,54
II охота, діб	190,0 $\pm$ 3,82	184,0 $\pm$ 2,26
Тривалість III циклу, діб	23,0 $\pm$ 1,69	22,1 $\pm$ 1,91
III охота, діб	213,0 $\pm$ 2,35	206,0 $\pm$ 2,82
Кількість поросят при народженні, гол	12,0 $\pm$ 0,94	12,5 $\pm$ 0,20
Кількість живих поросят при народженні, гол	11,1 $\pm$ 0,50	11,3 $\pm$ 0,17
Великоплідність, кг	1,3 $\pm$ 0,10	1,33 $\pm$ 0,15
Маса гнізда при народженні, кг	14,43 $\pm$ 0,22	15,03 $\pm$ 0,14
Кількість при відлученні, гол	9,44 $\pm$ 0,09	9,74 $\pm$ 0,03
Збереженість, %	85,0 $\pm$ 1,82	88,0 $\pm$ 2,30
Маса гнізда при відлученні у 28 днів, кг	72,68 $\pm$ 0,90	79,18 $\pm$ 0,68

Дослідження стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові свинок показало, що з четвертого по сьомий місяці розвитку свинок відбувається прискорення перебігу процесів пероксидації (табл. 2). Вміст дієнових кон'югатів істотно підвищувався на 150-ту, 180-ту та 210-ту доби розвитку відповідно на 33,1 %, 63,6 % та 44,1 % порівняно з 120-ю добою життя. При цьому концентрація ТБК-активних комплексів на 5, 6 та 7 місяці розвитку інтенсивно зростала в 1,1, 1,3 та 1,1 рази відносно 4-го місяця розвитку. При цьому встановлено, що еритроцити були найбільш чутливими до інтенсивності перебігу пероксидного окислення на 180-ту добу.

Згодовування свинкам біологічно-активної добавки ГТЛ сприяло істотному гальмуванню процесів пероксидації. Це підтверджується вірогідно нижчою концентрацією дієнових кон'югатів у тварин другої групи відносно контрольної на 180-ту – 29,9 % ($p<0,001$), 210-ту – 47,3 % ($p<0,01$) та 240-ву добу – 53,3 % ($p<0,001$) добу. Дія цієї добавки також полягала у зменшенні кількості ТБК-активних комплексів на 31,6 % ($p<0,01$) 150-та, 38,8 % ($p<0,001$) 180-та, 33,3 % ($p<0,001$) 210-та, 30,6 % ($p<0,001$) 240-ва та 47,5 % 270-та доби розвитку.

Важливо зазначити, що рівень системи антиоксидантного захисту істотно змінювався в період статевого дозрівання свинок. Активність супероксиддисмутази в сироватці крові досліджуваних тварин істотно зростала на 32,9 % ($p<0,01$) до максимальних значень на 180-ту добу життя з подальшим зниженням (табл. 3). Максимальну функціональну активність каталази ($p<0,05$) виявлено по досягненні тваринами 210-ти денного віку. Встановлено вірогідне переважання вмісту аскорбінової кислоти в дослідній групі відносно контрольної – 18,0 % ($p<0,001$) 180-та доба та 22,6 % ($p<0,001$) 270-та доба розвитку. При цьому в концентрації її окисленої форми істотно зростала в першій групі на 210-ту добу на 14,4 % ($p<0,01$) та у другій групі на 240-ву 14,8 % ($p<0,001$) та 210-ту 29,8 % ($p<0,01$) відносно 120-ї доби життя. Варто зазначити, що протягом усіх дослідних періодів спостерігалось переважання кількості окисленої форми над відновленою, де максимальна різниця виявлена в першій групі на 38,8 % та другій групі на 18,0 %.

2. Вплив ГТЛ на інтенсивність процесів пероксидного окиснення у крові свинок у період статевого дозрівання $M \pm m$ (n=10)

Показники	Групи	Вік, міс					
		4	5	6	7	8	9
Перекисна резистентність еритроцитів, %	1	14,2±1,36	12,3±1,4 ■■	15,13±0,25	13,86±1,2	11,28±0,46	9,3±1,35
	2	12,11±1,20 ***	12,8±2,05	13,4±0,83 *	10,30±1,16 **	8,22±0,40	7,13±0,93 *
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	1	2,29±0,44	3,05±0,30 ■	3,74±0,27 ■	3,30±0,18	3,0±0,40 ■■	2,96±0,25
	2	1,85±0,31	2,60±0,51	2,88±0,20 ***	2,24±0,30 **	2,09±0,16 *	1,93±0,18 ***
Вміст ТБК-активних комплексів, мкмоль/л	1	34,85±6,94	39,66±3,34	46,38±1,06	40,59±4,08	37,38±1,31	38,97±4,43
	2	31,39±6,30	30,13±4,22 **	33,41±0,67 ***	30,43±4,34 ***	28,62±0,73 ***	26,41±3,22
Вміст ТБК-активних комплексів після інкубування, мкмоль/л	1	37,12±7,11	46,5±1,72	51,17±1,53	48,62±3,51	39,26±0,65	40,6±3,12
	2	36,2±8,15	38,41±6,37	39,14±0,73 ***	33,12±5,14 **	31,4±1,69 ***	30,01±3,43 ***

Примітки: * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ порівняно з першою групою.

■ - $p < 0,05$, ■■ - $p < 0,01$, ■■■ - $p < 0,001$ порівняно з 4 місяцем життя свинок.

3. Вплив ГТЛ на стан антиоксидантного захисту у крові свинок у період статевого дозрівання, $M \pm m$ (n=10)

Показники	Групи	Вік, місяців					
		4	5	6	7	8	9
Супероксидисмутаза, у.о./мл	1	0,65±0,10	0,72±0,11	0,97±0,08 ■■	0,79±0,08 ■	0,63±0,05	0,50±0,14
	2	0,67±0,11	0,58±0,12	0,65±0,05 ***	0,62±0,13 *	0,53±0,03	0,45±0,08
Каталаза, H_2O_2 /хв./л	1	10,41±3,15	16,50±5,29	17,21±0,88	18,2±4,40 ■	14,38±0,52	12,8±2,33
	2	9,18±1,89	12,41±2,61	14,80±0,86	10,33±3,25 *	10,6±0,53* *	8,82±2,76 *
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	1	23,02±2,08	23,14±2,19	16,6±1,38 ■■	18,0±3,48	20,8±1,16	23,34±3,11
	2	22,02±3,06	22,3±2,54	20,6±1,20* **	24,65±2,44 *	25,2±1,8* *	28,47±3,04* **
Дегідро-аскорбінова кислота, мкмоль/л	1	24,31±2,89	24,37±2,02	27,13±0,81	28,41±2,94 ■■	25,4±1,77	29,37±3,37 ■
	2	22,57±1,80	23,5±3,11	25,14±1,49	26,32±2,17	26,5±1,34	32,17±3,01
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	1	0,29±0,045	0,36±0,06	0,35±0,06	0,39±0,065	0,32±0,05	0,31±0,05
	2	0,32±0,07	0,44±0,07* *	0,47±0,11	0,44±0,08	0,39±0,03* *	0,36±0,03
Бета та пре-бета ліпопротеїди, мкмоль/л	1	3,53±0,56	3,35±0,27	2,93±0,62	2,64±0,21	2,26±0,32	2,31±0,32
	2	2,51±0,46	2,30±0,45	2,54±0,52	2,44±0,19	2,33±0,38	2,42±0,32

Примітки: * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ в порівнянні першої та другої груп.

■ - $p < 0,05$, ■■ - $p < 0,01$, ■■■ - $p < 0,001$ порівнюючи зі 120-ю добою.

Ці зміни у формуванні ПАГ протягом статевго дозрівання істотно впливали на рівень перекисної резистентності еритроцитів у напрямі її зростання від 240-ї до 270-ї діб розвитку. Проте вживання свинками ГТЛ сприяло підвищенню стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу особливо по досягненню ними 7 та 8 місячного віку, де різниця між контрольною й дослідною групами становила відповідно на 25,6 % ($p < 0,01$) та 27,1 %. Вміст відновленого глутатіону істотно збільшувався на 18,1 % ($p < 0,05$) 150-та, 25,5 % 180-та і 11,3 % 210-та доби. Рівень Бета та пре-бета ліпопротеїдів істотно не змінювався протягом експерименту.

Отже, у свинок протягом статевго дозрівання перебіг процесів пер оксидного окиснення істотно змінюється, досягаючи максимальних значень по досягнення ними 6–8 місячного віку. При цьому додаткове згодовування ГТЛ істотно сповільнює перебіг процесів пероксидації, що супроводжується підвищенням рівня антиоксидантного захисту. Зміни ПАГ у крові свинок, що відбуваються при включенні до раціону ГТЛ позитивно впливали на їх відтворювальні показники, що проявлялось у скороченні терміну настання їх господарської зрілості, підвищення запліднювальної здатності, збільшенні багатоплідності та маси поросят при відлученні.

Висновки

1. Встановлено, що впродовж періоду статевго дозрівання у крові свинок відбувається інтенсифікація процесів пероксидації, яка проявляється в підвищенні вмісту дієнових кон'югатів 180-ту та 210-ту доби розвитку відповідно на 63,6 % та 44,1 %. Це підтверджується суттєвим зростанням кількості вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних комплексів у зазначені періоди їх розвитку відповідно 38,7 % та 30,6 %.

2. Виявлено, що в період статевго дозрівання свинок система антиоксидантного захисту є найбільш лабільною від 6-ти до 8-ми місячного віку, де мінливість компонентів ПАГ є суттєвою за підвищеною активністю супероксиддисмутази ($p < 0,01$) і каталази ($p < 0,05$), а також кількості відновленого глутатіону. Додаткове згодовування ГТЛ сприяє вірогідному сповільненню процесів пероксидації у крові, яке підтверджується нижчим вмістом дієнових кон'югатів ($p < 0,05–0,01$) та ТБК-активних комплексів ($p < 0,01–0,001$).

3. З'ясовано, що згодовування ГТЛ свинкам істотно впливає на формування відтворювальної функції впродовж статевго дозрівання: скорочується термін настання першого статевго циклу на 4 доби, оптимізується тривалість статевих циклів та час початку третьої охоти на 7 діб, багатоплідність – 0,5 голів поросят і маса гнізда при народженні та відлученні.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні способів оптимізації процесів перебігу поросності у свиноматок та поросят на основі створення програм направленої їх живлення за допомогою використання біологічно активних речовин природного походження.

References

1. Blajda, I. M. (2017). Obmin rechovin v organizmi remontnih svinok za zgotovuvannya probiotichnoyi kormovoyi dobavki «PROPIG». *Biologiya Tvarin*, 19 (3), 18–24 [In Ukrainian].
2. Grechka, G. M. (2002). Vitaminnij sklad gomogenatu trutnevih lichinok. *Bdzhilnictvo*, 24, 105–107 [In Ukrainian].
3. Kajdashev, I. P. (1996). *Posibnik z eksperimentalno–klinichnih doslidzhen z biologiyi ta medicini*. Poltava, 123–28 [In Ukrainian].
4. Korolyuk, M. A., Ivanova, L. I., Majorova, I. G., & Tokarev, E. V. (1988). Metod opredeleniya aktivnosti katalazy. *Laboratornoe Delo*, 1, 16–19 [In Russian].
5. Kuzmenko, L. M., Polishchuk, A. A., Usenko, S. O., Shostya, A. M., Stoyanovskii, V. G., Karpovskii, V. I., & Bilash, S. M. (2018). Prooksydantno-antioksidantnyi Hgomeostaz u tkaninakh matky zalezno vid periodyv vidtvoruvalnogo tsiklu. *Svit Medicyny i Biology*, 14 (64), 198–203. doi: 10.26724/2079-8334-2018-2-64-198-203 [In Ukrainian].
6. Nikitchenko, I. N., Plyashenko, S. I., & Zenkov, A. S. (1988). *Adaptaciya, stress i produktivnost selskohozyajstvennyh zhyvotnyh*. Minsk: Uradzhaj [In Russian].
7. Kovalenko, V. F., Shostya, A. M., & Usenko, S. O. (2003). Patent Ukrainy № 67054 A. Kyiv: Derzhavne pidpriemstvo "Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti" (Ukrpatent) [In Ukrainian].
8. Usenko, S. O., Shostya, A. M., Polishuk, A. A., Sarnavska, I. V., Ribas, M. V., Giry, V. M., Stoyanovskij, V. G., Cibenko, V. G., Zasuha, Yu. V., & Voloshuk, V. M. (2017). Patent Ukrainy № 118568. Kyiv: Derzhavne pidpriemstvo "Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti" (Ukrpatent) [In Ukrainian].

9. Usenko, S. O., Shostya, A. M., Polishuk, A. A., Giryа, V. M., Rokotyanska, V. O., Gorb, O. O., Voloshuk, O. V., Stoyanovskij, V. G., Zasuha, Yu. V., Cibenko, V. G., Kuzmenko, L. M., Stupar, I. I. (2017). Patent Ukrainy № 119099. Kyiv: Derzhavne pidpriemstvo "Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti" (Ukrpatent) [In Ukrainian].
10. Pivtorak, Ya. I., & Bogdan, I. M. (2015). Perspektivi vikoristannya probiotichnih kormovih dobavok v zhivlenni svinej. *Nauk. Visnik LNUVMB im. S.Z. Gzhickogo*, 17 (1 (61)) 151–156 [In Ukrainian].
11. Pivtorak, Ya. I., Bohdan, I. M. (2015). Vykorystannya probiotychnoi kormovoi dobavky «PROPIH plv» u ratsionakh svynok. *Tekhnolohiia Vyrobnystva I Pererobky Produktii Tvarynnystva*, 2, 75–76.
12. Ribalko, V. P. (2005). *Suchasni metodiki doslidzhen u svinarstvi*. Poltava [In Ukrainian].
13. Usenko, S. O. (2019). Osoblivosti formuvannya gomeostazu u ciklyuyuchi ta porosnih svynok. *Svinarstvo*, 73, 226–233 [In Ukrainian].
14. Cherkasova, A. I., Grechka, G. M., & Prohoda, I. O. (2002). Gomogenat trutnevih lichinok – novij produkt bdzhilnictva dlya vigotovlennya apipreparativ. *Bdzhilnictvo*, 24, 101–103.
15. Shabunin S. V. (2010). *Metodicheskie polozeniya po izucheniyu processov svobodnoradikalnogo okisleniya v sisteme antioksidantnoj zashity organizma: metodicheskie polozeniya*. Voronezh [In Russian].
16. Shostya, A. M., & Rokotyanska, V. O. (2018). Dinamika yakosti spermoprodukcii u knuriv-plidnykiv zalezno vid poru roku ta intensivnosti yih vikoristannya. *Svinarstvo*, 71, 116–123 [In Ukrainian].
17. Shostya, A. M., Rokotyanska, V. O., Cibenko, V. G., Sokirko, M. P., & Giryа, V. M. (2018). Osoblivosti formuvannya prooksidantno-antioksidantnogo gomeostazu v spermalnij plazmi knuriv-plidnykiv pri zgodovuvanni nanoakvahelativ. *Svinarstvo*, 72, 93–102 [In Ukrainian].
18. Shostia, A. M., Yemets, Ya. M., Moroz, O. H., Stupar, I. I., Pavlova, I. V., & Maslak, M. M. (2019). Vplyv homogenatu trutnevych lychnok na yakist spermoprodukcii u knuriv-plidnykiv. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 113–118. doi: 10.31210/visnyk2019.02.14 [In Ukrainian].
19. Shostya A. M. (2015). Prooksidantno-antioksidantnij gomeostaz u svinej. *Doctor's thesis*. Lvivskyi natsionalnyi universytet veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Hzhyskoho, Lviv [In Ukrainian].
20. Al-Gubory, K. H., Faure, P., & Garrel, C. (2017). Different enzymatic antioxidative pathways operate within the sheep caruncular and intercaruncular endometrium throughout the estrous cycle and early pregnancy. *Theriogenology*, 99, 111–118. doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.05.017.
21. Brnuiiu, L. I., Mrghita, L. A., & Dezmiorean, D. (2013). Physico-chemical composition of apilarnil (bee drone larvae). *Journal Lucrari Stiintifice – Universitatea de Stiinte Agricole Medicina Veterinara, Seria Zootehnie*, 59, 199–202.
22. Chen, H., Liao, S.-B., Cheung, M. P. L., Chow, P. H., Cheung, A. L. M., & O, W. S. (2012). Effects of sperm DNA damage on the levels of RAD51 and p53 proteins in zygotes and 2-cell embryos sired by golden hamsters without the major accessory sex glands. *Free Radical Biology and Medicine*, 53 (4), 885–892. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2012.06.007.
23. Domínguez-Perles, R., Gil-Izquierdo, A., Ferreres, F., & Medina, S. (2019). Update on oxidative stress and inflammation in pregnant women, unborn children (nasciturus), and newborns – Nutritional and dietary effects. *Free Radical Biology and Medicine*, 142, 38–51. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2019.03.013.
24. Duhig, K., Chappell, L. C., & Shennan, A. H. (2016). Oxidative stress in pregnancy and reproduction. *Obstetric Medicine*, 9 (3), 113–116. doi: 10.1177/1753495x16648495.

Стаття надійшла до редакції 16.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шостя А. М., Ємець Я. М., Кузьменко Л. М., Мороз О. Г., Ступарь І. І. Вплив гомогенату трутневих личинок на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свинок у період статевого дозрівання. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 134–140.

© Шостя Анатолій Михайлович, Ємець Ярослав Миколайович, Кузьменко Лариса Михайлівна, Мороз Олег Григорович, Ступарь Ілона Ігорівна, 2019



original article | UDC 612:636.4 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.17

THE INFLUENCE OF HUMIC NATURE SUBSTANCES ON THE QUALITY OF SPERM PRODUCTION IN BREEDING BOARS DURING HEAT STRESS

L. M. Stepchenko,ORCID ID: [0000-0001-8509-7048](https://orcid.org/0000-0001-8509-7048), E-mail: stepchenko2@gmail.com,**L. I. Galyzina,**ORCID ID: [0000-0003-0478-0027](https://orcid.org/0000-0003-0478-0027), E-mail: GalyzinaL.I@i.ua,

Dnipro State Agrarian Economic University, 25, Sergia Efremova str., Dnipro, 49600, Ukraine

I. V. Pavlova,ORCID ID: [0000-0002-8905-8879](https://orcid.org/0000-0002-8905-8879), E-mail: inga17pavlova@gmail.com,**A. M. Shostya,**ORCID ID: [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364), E-mail: shostay@ukr.net,**O. I. Kravchenko,**ORCID ID: [0000-0001-8076-6070](https://orcid.org/0000-0001-8076-6070), E-mail: Oksana_house@ukr.net,**M. M. Maslak,**E-mail: marinamaslak@i.ua

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

The current state in pig breeding requires the optimization and full disclosure of animals' potential while using biologically not harmful and environmentally safe substances. One of such substances is a biologically active additive of humic nature, which is made from environmentally pure Ukrainian peat by acid-alkaline extraction. The aim of the study was to determine the effect of humic substances on sperm production of breeding boars during heat stress, in particular, semen production quality and sperm morphometric indices. 10 adult breeding boars 18–24 months of age, five of which were of Poltava meat breed – group I and five the Red-White belted meat breed – group II, analogues by age, live weight, and the quality of sperm production, were selected for the experiment. Biologically active additive of humic nature was added in the feed during heat stress. The studies were conducted using the group-period method. The duration of the experiment was 100 days, in particular: the 1st period – preparatory for 30 days, the 2nd period – basic for 40 days and the 3rd period – final for 30 days. The mode of sexual loading was – receiving ejaculate twice a week. The breeding boars were placed individually. Sperm was received by the manual method. It has been determined that heat stress reduces the quality of sperm production in boars. Giving feed additive of humic nature activates the processes of spermatogenesis, probably increasing the sperm concentration by 9.8 % in animals of the Poltava meat and 13.3 % of the Red-White belted breeds. It has been found that the animals of the first breed were characterized by significantly higher sperm motility and survival, respectively, by 6.7 % and 24.1 % (on the 30th day) and 10.8 and 14.6 % (on the 60th day of the experiment) as compared with the second breed. It has been established that heat stress for 30 days negatively affects the morphometric indexes of spermatozoa in the direction of significant reducing width and head area by 23.6 % ($p < 0.01$) and 76.1 % ($p < 0.001$) (group I) and 25.0 % ($p < 0.001$) and 75.1 % ($p < 0.001$) (group II). Giving feed additive of humic nature to breeding boars for 60 days levels the effect of negative factor.

Key words: breeding boars, humic substances, sperm, spermatozoa morphometric study, sperm production quality indices, reproduction.

ВПЛИВ РЕЧОВИН ГУМІНОВОЇ ПРИРОДИ НА ЯКІСТЬ СПЕРМОПРОДУКЦІЇ У КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ ПІД ЧАС ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ

Л. М. Степченко, Л. І. Галузіна,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

І. В. Павлова, А. М. Шостя, О. І. Кравченко, М. М. Маслак,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Сучасний стан у свинарстві вимагає оптимізації та повного розкриття потенціалу тварин при застосуванні біологічно нешкідливих та екологічно безпечних речовин. Однією з таких речовин є біологічно активна добавка гумінової природи, яка виготовляється з екологічно чистого українського торфу шляхом кислотно-лужної екстракції. Метою досліджень було встановити вплив речовин гумінової природи на спермопродукцію кнурів-плідників під час дії теплового стресу. А саме – якість спермопродукції та морфометричні показники спермій. В експерименті використані дорослі кнури-плідники двох порід полтавської м'ясної та червоно-білопоясої м'ясної порід, аналоги за віком, живою масою та якістю спермопродукції, яким згодовували біологічно активну кормову добавку в період теплового стресу. Виявлено існування міжпородної різниці серед досліджуваних порід за концентрацією спермій у еякулятах, де вона була вищою у тварин I групи порівняно з II групою. На 30-ту добу на 6,2 % і 60-ту добу від початку досліджень – 13,8 % ($p < 0,001$). Встановлено, дія що теплового стресу знижує якість спермопродукції у кнурів-плідників. Згодовування кормової добавки гумінової природи активує процеси сперматогенезу, вірогідно збільшуючи концентрацію спермій на 9,8 % у тварин полтавської м'ясної та 13,3 % червоно-білопоясої порід. Виявлено, що представники першої породи характеризувались вірогідно вищою рухливістю та виживаністю спермій відповідно на 6,7 % і 24,1 % (30-ту добу) і на 10,8 і 14,6 % (60-ту добу експерименту) порівняно з другою породою. З'ясовано, що тепловий стрес протягом 30 діб негативно впливає на морфометричні показники спермій у напрямі істотного зменшення ширини і площі голівки відповідно на 23,6 % ($p < 0,01$) та 76,1 % ($p < 0,001$) (I група) і 25,0 % ($p < 0,001$) та 75,1 % ($p < 0,001$) (II група). Згодовування кормової добавки гумінової природи кнурам-плідниками обох порід протягом 60 діб невілює дію негативного фактору.

Ключові слова: кнури, речовини гумінової природи, сперма, морфометрія спермій, показники якості спермопродукції, відтворення.

ВЛИЯНИЕ ВЕЩЕСТВ ГУМИНОВОЙ ПРИРОДЫ НА КАЧЕСТВО СПЕРМОПРОДУКЦИИ У ХРЯКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ВО ВРЕМЯ ТЕПЛОВОГО СТРЕССА

Л. М. Степченко, Л. И. Галузина,

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепр, Украина

И. В. Павлова, А. М. Шостя, О. И. Кравченко, М. М. Маслак,

Полтавская государственная аграрная академия, м. Полтава, Украина

Современное состояние в свиноводстве требует оптимизации и полного раскрытия потенциала животных по применению биологически безвредных и экологически безопасных средств. Одним из таких средств является биологически активная добавка гуминовой природы, которая изготавливается из экологически чистого украинского торфа путем кислотно-щелочной экстракции. Целью исследований было установить влияние веществ гуминовой природы на качество спермопродукции хряков-производителей во время действия теплового стресса. В эксперименте были использованы взрослые хряки-производители двух пород полтавской мясной и красно-белопоясой мясной, аналоги по возрасту, живой массе и качеству спермопродукции, которым скармливали биологически активную кормовую добавку гуминовой природы в период теплового стресса.

Ключевые слова: хряки, вещества гуминовой природы, сперма, морфометрия спермиев, показатели качества спермопродукции, воспроизводство.

Вступ

Виробництво свинини в умовах промислової технології вимагає максимальної реалізації генетичного потенціалу тварин. Істотним резервом для підвищення продуктивності свиней є використання різних кормових інгредієнтів, серед яких важливе місце займають екологічно чисті речовини гумінової природи, що використовуються для виробництва біологічно активної кормової добавки

«Гуміліді» [2, 9–11, 13].

Гумінові речовини отримують з екологічно чистого українського торфу шляхом кислотнo-лужної екстракції. Головними діючими складниками цієї кормової добавки є гумінові кислоти та їх солі, фульвокислоти. У своєму складі «Гуміліді» містить не менше 30 % гумінових речовин. Діючі речовини добавки, проникаючи до організму тварин, стимулюють їхній імунітет, ріст і розвиток, а також є природними адаптогенами [6, 7].

У практиці свинарства в літній період свині часто страждають на тепловий стрес, який супроводжується зниженням їхньої продуктивності та відтворювальної здатності [3]. У цей період відбувається погіршення якості спермопродукції у кнурів-плідників, особливо функціональної активності спермій. У корекції цих процесів для зменшення дії теплового стресу провідна роль належить різним біологічно активним речовинам [14, 17–19]. Через те, що речовинам гумінової природи притаманні адаптогенні властивості в організмі, виникає необхідність у дослідженні їхнього впливу на кількісні і якісні показники сперми кнурів-плідників за дії різних технологічних стресів.

Мета досліджень – встановити вплив речовин гумінової природи на якість спермопродукції та морфо-фізіологічні показники спермій кнурів-плідників під час теплового стресу.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати такі *завдання*: з'ясувати особливості впливу гуматів на морфометричні показники спермій у кнурів-плідників під час теплового стресу; виявити вплив гуматів на кількісні та якісні показники еякулятів у кнурів-плідників різних порід у період теплового стресу.

Матеріали і методи досліджень

Експерименти були проведені в умовах Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. Для досліді були відібрані 10 кнурів-плідників, п'ять з яких були породи полтавської м'ясної – І група, та п'ять червоно-білопоясої м'ясної породи – ІІ група, аналогів за віком (18–24 місяці), живою масою та якістю спермопродукції. Годівлю кнурів-плідників здійснювали згідно з нормами ІСв і АПВ НААН. У корм додавали біологічну добавку гумінової природи, діюча речовина якої містилася в кількості 1 % у літрі дистильованої води. 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. Режим статевого навантаження – отримання еякуляту двічі на тиждень. Кнури-плідники утримувались індивідуально. Сперму від кнурів одержували мануальним методом. Якість спермопродукції оцінювали за масою еякуляту, концентрацією і рухливістю спермій, а також їх виживаністю протягом тригодинного інкубування за температури 38 °С [16].

Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistica для Windows XP. Для порівняння 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 якісні та кількісні показники сперми кнурів-плідників у період теплового стресу істотно залежали від наявності в раціоні гуматів (табл. 1). Встановлено, що маса еякуляту після згодовування цих біологічно активних речовин зменшувалась у І групі на – 18,2 % ($p < 0,01$), ІІ групі – 15,8 % ($p < 0,001$) на 30-ту добу експерименту. Однак насиченість сперміями сперми зростала відповідно на 9,8 % ($p < 0,01$) та 13,3 % ($p < 0,001$).

Встановлено існування міжпородної різниці серед досліджуваних порід за концентрацією спермій у еякулятах, де вона була вищою у тварин І групи порівняно з ІІ групою. На 30-ту добу на 6,2 % і 60-ту добу від початку досліджень – 13,8 % ($p < 0,001$).

Тепловий стрес знижував загальну кількість спермій в еякулятах, однак згодовування гуматів кнурам-плідникам сприяло послабленню дії цього фактору, де цей показник був вищим на 60-ту добу згодовування у тварин ІІ групи на 5,4 ($p < 0,01$)% порівняно з І групою. Однак за рухливістю спермій спостерігалася протилежна закономірність, де у тварин І групи їх функціональна активність протягом дослідного періоду була вищою відносно ІІ групи – 10,8 %.

Вживаність спермій за дії негативного фактора істотно знижувалася протягом експерименту, однак спермії кнурів І групи були більш стійкими та переважали за їх функціональною активністю тварин ІІ групи на 30-ту добу – 24,1 % ($p < 0,01$) та на 60-ту добу експерименту – 14,6 % ($p < 0,001$).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

1. Вплив речовин гумінової природи на показники спермопродукції кнурів-плідників різних порід, ($M \pm m$), $n=10$

Періоди експерименту	Маса еякуляту, г	Концентрація спермій, млрд/см ³	Загальна кількість спермій в еякуляті, млрд	Кількість живих спермій в еякуляті, млрд	Рухливість спермій, %	Виживаність спермій, %
Полтавська м'ясна порода						
1	260,0±6,86	0,175±0,005	46,55±2,03	38,63±1,48	83,0±1,72	74,0±1,38
2	220,0±10,16 □ **	0,183±0,004 *	40,26±2,02	30,43±1,99 ***	75,6±2,45 **	69,0±1,71 **
3	223,0±11,16 **	0,194±0,003 **	43,26±2,63	35,04±3,03	81,0±2,72	72,0±1,89
Червоно білопояса м'ясна порода						
1	235,0±9,24 □□	0,192±0,028	45,12±1,86	38,35±1,80	85,0±2,42	71,0±1,76 [□]
2	205,0±6,82 ***	0,195±0,004	39,56±1,41 **	28,01±1,48 ***	70,8±1,94 □ ***	55,6±2,39 □□□ ***
3	203,0±5,83 □ **	0,225±0,011 □ ***	45,74±2,13	33,43±1,69 ***	73,1±1,99 □□ ***	62,8±2,09 □□□ ***

Примітки: *- $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з початковим періодом;
 □ - $p < 0,05$; □□ - $p < 0,01$; □□□ - $p < 0,001$ – порівняно з кнурами полтавської м'ясної породи

Результати досліджень морфометричних параметрів спермій свідчать про існування незначної міжпородної різниці. У підготовчий період кнури-плідники II групи мали більшу загальну довжину спермій на 3,7 % та довжину їх головки на 6,6 % (табл. 2). Однак під час теплового стресу на 30-ту добу експерименту спостерігалось значне зменшення загальної довжини спермій в I групі на 8,5 % ($p < 0,01$) та в II групі на 10,6 % ($p < 0,001$). З розвитком адаптаційних властивостей організму за рахунок вживання гуматів вже на 60-ту добу досліджень спостерігалось зростання цього показника на – 7,3 в I групі та на 9,7 % у II групі.

2. Вплив речовин гумінової природи на морфометричні показники спермій кнурів-плідників різних порід, ($M \pm m$), $n=10$

Періоди експерименту	Загальна довжина спермія, мкм	Довжин головки спермія, мкм	Ширина головки спермія, мкм	Площа головки спермія, мкм ²
Полтавська м'ясна порода				
1	56,46±0,19	8,50±0,40	4,30±0,275	49,23±0,66
2	52,06±0,98	6,88±0,37***	3,48±0,125**	27,95±0,37***
3	56,06±0,44	7,05±0,34***	3,56±1,26	38,31±0,73***
Червоно білопояса м'ясна порода				
1	58,64±1,13	9,10±0,31 [□]	4,60±0,15	60,74±1,31 ^{□□□}
2	53,02±1,21***	7,28±0,25***	3,68±0,17***	34,68±0,98 ^{□□□***}
3	58,72±0,97	7,01±0,36***	3,54±0,16***	34,38±0,91 ^{□□□***}

Примітки: ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з початковим періодом;
 □ - $p < 0,05$; □□□ - $p < 0,001$ – порівняно з кнурами полтавської м'ясної породи

Довжина головки спермія протягом експериментального періоду істотно зменшувалась упродовж першого місяця після дії теплового стресу у тварин I групи на 23,5 % ($p < 0,001$), та в II групі – 25,0 % ($p < 0,001$). Згодовування біологічно активної добавки протягом 60 діб сприяло незначному підвищенню цього показника у представників полтавської м'ясної породи. Аналогічну закономірність встановлено за шириною головки спермій в обох групах тварин.

Варто зазначити, що зменшення розмірів головки спермія впливало на її площу. У тварин І групи на 30-ту добу цей показник вірогідно зменшився на 76,1 % ($p < 0,001$). Однак на 60-ту добу виявлено незначне збільшення цього показника на 37,1 % ($p < 0,001$) відносно 30-ї доби експерименту. У ІІ групі на 30-ту та 60-добу виявлено стрімке зменшення площі голівки в межах 75,1 % ($p < 0,001$).

Встановлено, що кнури-плідники червоно-білопоясої м'ясної породи були більш чутливими до споживання цієї кормової добавки, що проявлялося у більшій довжині сперміїв на 5,4 %, довжині головки спермія на 4,1 % ($p < 0,01$), ширині головки спермія 4,1 %, та площі головки спермія 11,0 % ($p < 0,001$).

Висновки

1. Встановлено, що тепловий стрес знижує якість спермопродукції у кнурів-плідників. Згодовування кормової добавки гумінової природи активує процеси спермагогенезу, вірогідно збільшуючи концентрацію сперміїв на 9,8 % у тварин полтавської м'ясної та 13,3 % червоно-білопоясої порід. Виявлено, що представники першої породи характеризувались вірогідно вищою рухливістю та виживаністю сперміїв відповідно на 6,7 % і 24,1 % (30-ту добу) і на 10,8 і 14,6 % (60-ту добу експерименту) порівняно з другою породою.

2. З'ясовано, що тепловий стрес протягом 30 діб негативно впливає на морфометричні показники сперміїв у напрямі істотного зменшення ширини і площі голівки відповідно на 23,6 % ($p < 0,01$) та 76,1 % ($p < 0,001$) (І група) і 25,0 % ($p < 0,001$) та 75,1 % ($p < 0,001$) (ІІ група). Згодовування кормової добавки гумінової природи кнурам-плідниками протягом 60 діб невілює дію негативного фактору.

Перспективи подальших досліджень полягають у розкритті механізмів дії речовин гумінової природи на процеси сперматогенезу у кнурів-плідників під час теплового стресу і створення ефективних програм направленої їх живлення.

References

1. Buchko, O. M. (2013). Vilnoradykalni protsesy v orhanizmi porosiat za dii huminovoї dobavky. *Biologhiia Tvaryn*, 15 (1), 27–33 [In Ukrainian].
2. Dolgoplov, V. N. (2006). Opyt primeneniya Gumivala dlya uluchsheniya produktivnosti krupnogo rogatogo skota, svinej i pticy. *Itogi i perspektivy primeneniya guminovykh preparatov v produktivnom zhivotnovodstve, konevodstve i pticevodstve: Sbornik dokladov konferencii*. Moskva [In Russian].
3. Hyria, V. M., Usachova, V. Ye., Myronenko, O. I., & Slynko, V. H. (2019). Temperaturnyi komfort i produktyvnist svynei. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 105–112. doi: 10.31210/visnyk2019.02.13 [In Ukrainian].
4. Griban, V. G. (2010). Vykorystannia preparativ huminovoї pryrody dlia stymulatsii rezystentnosti i produktyvnosti tvaryn. *Materialy Mezhdunarodnoj konferencii «Guminovye veshestva i fitogormony v selskom hozyajstve»*. Dnepropetrovsk [In Russian].
5. Ji, F., McGlone, J. J., & Kim, S. W. (2006). Effects of dietary humic substances on pig growth performance, carcass characteristics, and ammonia emission. *Journal of Animal Science*, 84 (9), 2482–2490. doi: 10.2527/jas.2005-206.
6. Wang, Q., Chen, Y. J., Yoo, J. S., Kim, H. J., Cho, J. H., & Kim, I. H. (2008). Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. *Livestock Science*, 117 (2-3), 270–274. doi: 10.1016/j.livsci.2007.12.024.
7. Moskalenko, S. P. (2018). *Mirovoj opit ispolzovaniya guminovykh kislot v skotovodstve i svinovodstve. Osnovy i perspektivy organizacii biotekhnologij*. Moskva: OOO «Lajf Fors Grupp» [In Russian].
8. Sechin, V. A., Topuriya, G. M., & Semenov, S. V. (2014). Vliyanie Lignogumata-KD-A na produktivnost svinomatok. *Dostizheniya Nauki i Tehniki APK*, 5, 45–47 [In Russian].
9. Topuriya, G. M., Topuriya, L. Yu., Semyonov, S. V. (2004). Fiziologicheskij status organizma svinej pri ispolzovanii v racione Lignogumata-KD-A. *Veterinariya Kubani*, 118 [In Russian].
10. Topuriya, L. Yu., Seitov, M. S., & Bibikova, D. R. (2014). Effektivnost ispolzovaniya Guvitana-S pri vyrashivanii porosyat-otmyshej. *Dostizheniya Nauki i Tehniki APK*, 5, 45–46 [In Russian].
11. Danilenko, M. V., Topuriya, G. M., & Topuriya, L. Yu. (2015). Vliyanie Guvitana-S na sostoyanie krovi svinomatok i porosyat-otyomyshej. *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, (3 (53)), 141–143 [In Russian].
12. Shvetsova, O. M. & Stepchenko, L. M. (2014). Vplyv biologichno aktyvnoi kormovoi dobavky Humilid na fiziologichnyi status ta produktyvni yakosti svynomatok. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten naukovy-*

doslidnoho tsentru biobezpeky ta ekolohichnoho kontroliu resursiv APK., 2 (1). Retrived from: http://biosafety-center.com/naukovi_vydannya/pdf/2_12.pdf [In Ukrainian].

13. Shostia, A. M., Rokotianska, V. O., Tsybenko, V. H., Sokyрко, M. P., Nevidnychyi, O. S., Chyrkov, O. H., Kaplunenko, V. H., & Pashchenko, A. H. (2018). Osoblyvosti formuvannia prooksydantno-antyoksydantnoho homeostazu v spermi knuriv-plidnykiv pry zghodovuvanni laktativ Zn, Se, Cu i Fe. *Ahrarnyi Visnyk Prychornomoria*, 87 (2), 134–140 [In Ukrainian].

14. Shostia, A. M., Rokotianska, V. O., Nevidnychyi, O. S., Tsybenko, V. H., Sokyрко, M. P., Hyria, V. M. (2018). Osoblyvosti formuvannia prooksydantno antyoksydantnoho homeostazu v spermi knuriv-plidnykiv pry zghodovuvanni vitaminnoi dobavky. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu: Seriya: Tvarynnytstvo*, 2, 260–264 [In Ukrainian].

15. Melnyk, V. O., Kravchenko, O. O., Bondar, A. O., & Karpenko, D. A. (2013). Osoblyvosti spermatohenezu ta spermoproduksii samtsiv. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 2, 116–122 [In Ukrainian].

16. Melnyk, Yu. F. (2003). *Instruktsiia iz shtuchnoho osimeninnia svynei*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

17. Melnyk, V. O. (2014). Vydovi osoblyvosti spermatohenezu ta spermoproduksii samtsiv. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Tekhnolohiia Vyrobnystva i Pererobky Produksii Tvarynnytstva*, 202, 310–315 [In Ukrainian].

18. Rybalko, V. P. Melnyk, V. O. & Kravchenko O. O. (2016). Rozvytok i produktyvnist remontnykh knuriv riznykh henotypiv. *Svynarstv*, 68, 53–58 [In Ukrainian].

19. Telpis, H. F., & Bohdanova, N. V. (2013). Vidtvoriuvalna zdatsnist knuriv-plidnykiv riznykh henotypiv. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy. Ser.: Tekhnolohiia Vyrobnystva i Pererobky Produksii Tvarynnytstva*, 190, 305–309 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 17.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Степченко Л. М., Павлова І. В., Шостя А. М., Галузіна Л. І., Кравченко О. І., Маслак М. М. Вплив речовин гумінової природи на якість спермопродукції у кнурів-плідників під час теплового стресу. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 141–146.

© Степченко Лілія Михайлівна, Галузіна Людмила Ігорівна, Павлова Інга Володимирівна, Шостя Анатолій Михайлович, Кравченко Оксана Іванівна, Маслак Марина Миколаївна, 2019



review article | UDC 619:617.50:636.7:611 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.18

CHRONIC GINGIVOSTOMATITIS OF DOMESTIC CATS

T. V. Zvenihorodska,

ORCID ID: [0000-0002-4186-5700](https://orcid.org/0000-0002-4186-5700), E-mail: tami777@ukr.net,

I. V. Hudoliy,

ORCID ID: [0000-0003-3126-3527](https://orcid.org/0000-0003-3126-3527), E-mail: ilona.hudolii@gmail.com,

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

Chronic gingivostomatitis of cats is characterized by sustained, severe inflammation of the oral cavity mucosa. According to the latest data, chronic gingivostomatitis is divided into two types: the first – affects the oral cavity without spreading to the caudal part of it, the second type affects the caudal part of the oral cavity (regardless of the affected anterior part or not) and is considered more difficult to diagnose and treat. The etiology of cat gingivostomatitis is still unknown. Age, sex and breed do not affect the incidence of chronic gingivostomatitis. There are theories that it is affected by cat immune deficit virus, leukemia virus, calicivirus. There is also a theory that the occurrence of chronic cat gingivostomatitis is influenced by *Pasteurella multocida*, *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*, *Prevotella intermedia*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* bacteria. But no theory is reliable. Caudal stomatitis is a clinical symptom and lacks specific etiology and diagnosis. The diagnosis is made by visual examination. To exclude the accompanying diseases, radiological examination of teeth and adjacent tissues should be conducted (to exclude such diseases as pathological teeth resorption, periodontal disease, periodontitis, pulpitis, destructive changes of bone tissues, neoplasm). Treatment of chronic cat gingivostomatitis is aimed at eliminating inflammation. However, it is not always possible to achieve sustainable remission using conservative methods. There are several treatment techniques including complete removal of premolars and molars or all teeth from the oral cavity, immune suppressants, anti-inflammatory preparations, and antibiotics. The best choice is the antibiotic to which the microorganisms, isolated from the oral cavity, are sensitive. Among anti-inflammatory drugs in the treatment of chronic caudal gingivostomatitis, corticosteroids are the most effective. The immune suppressive preparation cyclosporin is used as an alternative to steroids. But at present, the surgical method remains the most effective.

Key words: gingivostomatitis, cats, treatment, diagnosis

ХРОНІЧНИЙ ГІНГІВОСТОМАТИТ СВІЙСЬКИХ КОТІВ

Т. В. Звенігородська, І. В. Худолій,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

На сьогодні у вітчизняних літературних джерелах досить мало інформації щодо хронічного гінгівостоматиту котів. Тому нашою метою було зібрати повідомлення іноземних та вітчизняних ветеринарних видань щодо етіології, клінічних ознак, діагностики та лікування цього захворювання. Хронічний гінгівостоматит котів перебігає тяжко та характеризується запальними процесами слизових оболонок ротової порожнини. Тварини при цьому відмовляються від корму, втрачають вагу, через постійний біль у них змінюється поведінка, вони стають агресивними або навпаки в'ялими та боязливими. Етіологія гінгівостоматиту досі невідома, існує декілька теорій, що пов'язують розвиток захворювання з специфічними бактеріями зубного нальоту, вірусами, бартонельозом та зміненним імунним статусом (при лейкозії або вірусі імунodefіциту котів). Проте жодна з цих теорій не знайшла повного підтвердження. Вчені дотримуються думки, що хронічний гінгівостоматит котів – це гіперімунна запальна реакція на невідомий чинник. Діагноз гінгівостоматит підтверджується візуа-

льним оглядом. Для виключення супутніх хвороб варто проводити рентгенологічне дослідження зубів та прилеглих тканин. Як додаткові методи можна використовувати клінічний та біохімічний аналізи крові, а також тести на визначення вірусних інфекцій. При проведенні диференційної діагностики від пародонтиту та гінгівіту варто пам'ятати, що каудальний гінгівостоматит обов'язково включає в себе запалення м'якого піднебіння та глотки. При хворобах пародонта навпаки запалення реєструється лише на яснах та навколо зубів. Лікування хронічного гінгівостоматиту котів може бути консервативним або хірургічним. При консервативному лікуванні використовують антибіотики широкого спектру дії, кортикостероїди, нестероїдні протизапальні препарати, імуносупресори та інші. Хірургічне лікування полягає у видаленні всіх зубів або лише тих, біля яких є запалення. Обов'язковою умовою при виборі будь-яких методів лікування є санація ротової порожнини та гігієнічна чистка зубів.

Ключові слова: гінгівостоматит, коти, лікування

ХРОНИЧЕСКИЙ ГИНГИВОСТОМАТИТ ДОМАШНИХ КОШЕК

Т. В. Звенигородская, И. В. Худолий,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

На сегодняшний день в отечественных литературных источниках довольно мало информации уделяется хроническому гингивостоматиту кошек. Поэтому нашей целью было собрать сообщение иностранных и отечественных ветеринарных изданий относительно этиологии, клинических признаков, диагностики и лечения этого заболевания. Хронический гингивостоматит кошек протекает довольно тяжело и характеризуется воспалительными процессами слизистых оболочек ротовой полости. Животные при этом отказываются от корма, теряют вес, из-за постоянной боли меняется их поведение, они становятся агрессивными или наоборот вялыми и трусливыми. Этиология гингивостоматита до сих пор неизвестна, существует несколько теорий, что связывают развитие заболевания со специфическими бактериями зубного налета, вирусами, бартонеллезом и измененным иммунным статусом (при лейкозе или вирусе иммунодефицита кошек). Но ни одна из этих теорий не нашла полного подтверждения. Ученые придерживаются мнения, что хронический гингивостоматит кошек – это гипериммунная воспалительная реакция на неизвестный фактор. Лечение хронического гингивостоматита кошек может быть консервативным или хирургическим. Консервативное может включать использование антибиотиков широкого спектра действия, кортикостероидов, нестероидных противовоспалительных препаратов, иммуносупрессоров и других. Хирургическое лечение заключается в удалении всех зубов или только тех, возле которых есть воспаление. Обязательным условием при выборе методов лечения является санация ротовой полости и гигиеническая чистка зубов.

Ключевые слова: гингивостоматит, кошки, лечение

Останніми роками в Україні спостерігається розквіт ветеринарної медицини. Особливої актуальності набуває лікування дрібних тварин, виокремлюються вузькі спеціальності, з'являються вузькопрофільні лікарні. Це стосується і ветеринарної стоматології. Все частіше власники тварин звертають увагу не лише на загальний стан свого улюбленця, але і на стан його зубів, прикусу, неприємний запах з рота. В Україні відкриваються ветеринарні стоматологічні кабінети, що пропонують послуги імплантації, протезування, вирівнювання прикусу та звичайно ж лікування стоматологічних хвороб дрібних тварин. Між тим у вітчизняній літературі стоматологічним хворобам не приділено належної уваги, деякі хвороби не описані та не класифіковані, відсутні доказові дослідження щодо їхнього лікування.

Хронічний гінгівостоматит (ХГСТ) котів характеризується стійким, тяжким запаленням слизової оболонки ротової порожнини. За останніми даними ХГСТ поділяють на два типи: перший – уражає ротову порожнину, не поширюючись на каудальну її частину, другий тип уражає каудальну частину ротової порожнини (незалежно від того уражена передня частина чи ні) та вважається більш складним у діагностиці та лікуванні [11].

Каудальний гінгівостоматит – це запалення слизової оболонки ясен та ротової порожнини, обмежене медіально піднебінно-язиковими дужками та зівом, дорсально – твердим та м'яким піднебінням, і рострально – слизовою оболонкою альвеолярного відростку щелепи та слизовою оболонкою щік. Ступінь запалення легка, середня і тяжка. Тяжка нерідко протікає з утворенням виразок. ХГСТ ура-

жає від 0,7 до 10 % котячої популяції [13, 20].

Етіологія ХГСТ котів досі невідома. Вік тварини, стать та порода не впливає на захворюваність хронічним гінгівостоматитом [11]. Є декілька теорій, що пов'язують розвиток захворювання зі специфічними бактеріями зубного нальоту, вірусами, бартофельозом та змінним імунним статусом (при лейкозі або вірусі імунodefіциту котів). Віруси, що уражають верхні дихальні шляхи котів, такі як каліцивіроз та вірус герпесу першого типу також пов'язують з розвитком ХГСТ [5, 6, 15, 21, 30]. Хоча деякі дослідники відмічають, що каліцивіроз викликає гострий каудальний стоматит, який не завжди переходить у хронічний [21, 28]. Віруси лейкозу та імунodefіциту котів знижують продукцію IgA в слині, що реєструється при запальних хворобах ротової порожнини [21, 26, 29]. Багато авторів зазначає, що коти з респіраторними захворюваннями більш тяжко переносять гінгівостоматит [5, 6, 15, 22]. Як правило в котів, уражених вірусом імунodefіциту, збільшені підщелепові лімфовузли. Однак більшість котів з хронічним каудальним гінгівостоматитом при діагностиці виявляються негативними щодо перерахованих вірусів.

Існують повідомлення про бартофельоз як можливий чинник хронічного каудального стоматиту, частково через те, що однією з його ознак є стоматит. Але практично не було доведено, що діагностика й лікування бартофельозу сприяє лікуванню хронічного каудального стоматиту [6, 8, 9, 10, 18, 27].

Тривалий час в етіології хронічного каудального гінгівостоматиту велику роль надавали бактеріям зубної бляшки. Зокрема нещодавно в котів з цією хворобою знайшли в ротовій порожнині бактерію *Pasteurella multocida* у великій кількості по відношенню до ротової порожнини здорових котів [17, 19]. Було запропоновано, що саме вона є ключовим фактором у розвитку хронічного каудального стоматиту. Проте інші дослідження стверджують, що наявність великої кількості цієї бактерії реєструється і при інших хворобах ротової порожнини котів [25]. Проведені роботи з визначення в ротовій порожнині котів специфічних бактерій *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*, *Prevotella intermedia*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* serotype b, які призводять у людей до стоматитів, гінгівітів та пародонтитів [2, 4]. Доведено, що кількість цих бактерій достовірно більша в ротовій порожнині котів з хронічним каудальним гінгівостоматитом порівняно зі здоровими котями. Але в певного відсотка котів з цією хворобою ці мікроорганізми були відсутні. На сьогодні більшість учених дійшла висновку, що хронічний каудальний стоматит – це гіперімунна запальна реакція на невідомий чинник.

Клінічні ознаки. У випадках ХГСТ котів як правило реєструється халітіоз, дисфагія, анорексія, відмова від корму, біль під час їжі, слинотеча, тварина постійно намагається залізти лапою до рота. На яснах та слизовій оболонці ротової порожнини знаходяться вогнища ураження у вигляді запалення, проліферації та виразок. Слизова оболонка яскраво червона, бугриста, рихла та кровоточива. Запалення, як правило, симетричне, двостороннє. Нерідко реєструють гнійні виділення в ротовій порожнині, на яснах, слизовій оболонці щік, піднебінні [11, 13]. Підщелепові лімфовузли як правило збільшені. При зіванні і прийомі їжі тварина може кричати, різко зупинятися, смикатися. Змінюється поведінка котів, вони стають або занадто агресивними або навпаки постійно ховаються і уникають людей, не проводять щоденний туалет через сильний біль [13, 20]. При проведенні диференційної діагностики від пародонтиту та гінгівіту варто пам'ятати, що каудальний гінгівостоматит обов'язково включає запалення м'якого піднебіння та глотки. При хворобах пародонта навпаки запалення реєструється лише на яснах та навколо зубів [11, 12].

Діагностика. Каудальний стоматит є клінічним симптомом та не має специфічної етіології та діагностики. Діагноз ставиться за допомогою візуального огляду. Для того щоб виключити наявність супутніх хвороб варто проводити рентгенологічні дослідження зубів та прилеглих тканин (щоб виключити такі хвороби, як патологічна резорбція зубів, пародонтит, періодонтит, пульпіт, деструктивні зміни кісткової тканини, неоплазма) [12]. Щоб оцінити загальний стан організму кота з каудальним гінгівостоматитом, можна проводити біохімічні дослідження крові, аналіз на лейкоз, бартофельоз та вірус імунodefіциту котів [25, 27]. Якщо запалення асиметричне чи атипове, є підозра на неоплазію – проводять біопсію тканин. У крові може реєструватися гіперпротеїнемія через постійну антигенну стимуляцію. Нейтрофілія в котів з ХГСТ як правило не реєструється [20].

Лікування спрямовано на ліквідацію запалення. Однак не завжди вдається досягти стійкої ремісії при використанні консервативних методів. Запропоновано декілька методик лікування, що містить повне видалення премолярів та молярів або повністю всіх зубів з ротової порожнини, імунносупресивні препарати, протизапальні препарати та антибіотики.

Хірургічне лікування. Контроль над запаленням можна взяти, якщо видалити всі зуби, навколо

яких є запалення тканин. Усі зуби, що не видалили, повинні бути якісно очищені й сановані. Однак, оскільки більшість власників котів не має змоги постійно очищати ротову порожнину та зуби, то рекомендовано видаляти всі моляри та премоляри, обережно згладжуючи альвеолярну кістку. Більшість ветеринарних стоматологів рекомендують додатково грубим алмазним буром або кюреткою видаляти залишки періодонтальних зв'язок. Після видалення зубів необхідно проконтролювати чи не залишилося коренів за допомогою рентгенограми. У більшості котів це лікування дає гарний результат і не потребує додаткового тривалого лікування. У післяопераційний період на 3–4 добу призначається бупренорфін для знеболення. При тяжкому ступені запалення рекомендується вигодовування котів через шлунковий зонд. Якщо ікла та різці не видалені, власники тварини повинні забезпечити їх якісне очищення. Якщо це неможливо – вони також видаляються. В післяопераційний період рекомендується промивати ротову порожнину 0,12 % розчином хлоргексидину [6, 20]. Важливо відмітити, що чим раніше видалити всі зуби, тим кращий результат. При тривалій терапії високими дозами глюкокортикоїдів, при за давності процесу тварини можуть не реагувати на таке лікування [14].

До консервативних методів лікування вдаються тоді, коли власники тварини відмовляються від хірургічного лікування з видаленням всіх або більшої частини зубів. Більшість препаратів для лікування хронічного каудального гінгівостоматиту є пероральними та потребують постійного введення в організм два рази на день. У котів досягнути цього не завжди легко, а біль і запалення в ротовій порожнині не сприяє пероральному введенню. При виборі консервативного лікування варто попередити власника тварини про те, що препарат можливо доведеться давати все життя, він має низку побічних властивостей і в котів згодом може розвинути звикання. У будь-якому разі перед початком медикamentозної терапії варто провести санацію зубів та ротової порожнини та видалити всі хворі зуби та їх корені.

Використання системних антибіотиків деякою мірою призводить до зменшення запалення в ротовій порожнині. Однак переважно після їх відміни можливі рецидиви. Найкращим вибором є той антибіотик, до якого чутливі мікроорганізми, виділені з ротової порожнини. Хоча у практиці застосовують антибіотики широкого спектру дії, такі як амоксицилін, кліндаміцин, клавулонова кислота, метронідазол, азитроміцин та інші. Також деякі дослідники відмічають зменшення запалення після полоскань хлоргексидином біоглюконатом та мірамістином [11, 17, 19].

Серед протизапальних препаратів у лікуванні хронічного каудального гінгівостоматиту найефективнішими є кортикостероїди. Призначення стероїдів дає набагато вираженіший клінічний ефект, ніж антибіотикотерапія. Крім того, досить часто глюкокортикоїди використовуються разом з антибіотиками. Але довготривале використання стероїдів може мати побічну дію, таку як індукція цукрового діабету та опортуністичні інфекції. Тому варто підбирати найнижчі ефективні дози для кожного окремого пацієнта. Іншим варіантом протизапальної терапії можуть виступати нестероїдні протизапальні препарати. Але їх варто використовувати для котів з обережністю, під контролем біохімічних показників крові та сечі та стану нирок. Найкраще ці препарати використовувати перед оперативним втручанням короткотривалими курсами для швидкого зменшення запальної реакції. Натеper серед дозволених для котів нестероїдних протизапальних препаратів найчастіше використовують мелоксикам [13, 20].

Як альтернативу стероїдам використовують імуносупресивний препарат циклоспорин. Залежності від препарату і ступеня ураження тканин призначають від 1 до 15 мг/кг маси тіла. Цей препарат протипоказаний котам з хворобами нирок і печінки. На початку лікування необхідно кожні 12–24 години контролювати рівень циклоспорину у крові. У котів з високим рівнем циклоспорину у крові (більше 1000 нг/мл) розвивається анорексія [16].

Останнім часом привертають увагу препарати на основі котячого інтерферону. Він здатний забезпечити не тільки антивірусний ефект, але й імуномодельючий. Існує декілька варіантів введення безпосередньо в місце ураження або перорально [24].

У різних літературних джерелах трапляються повідомлення про лікування гінгівостоматитів котів лактоферином [23], 5 % лініментом циклоферону [1]. Також є повідомлення про введення в організм фотосенсибілізаторів, що призводять до руйнування змінених клітин [3]. Однак ці способи не знайшли широкого вжитку та не мають достатньої доказової бази.

Висновки

На сьогодні серед учених і практикуючих ветеринарних лікарів немає одностайної думки щодо причин виникнення та методів лікування хронічного гінгівостоматиту. Тому метою нашої роботи було проаналізувати доступні публікації як вітчизняних, так і зарубіжних учених щодо етіології, діагно-

стики, клінічних проявів та лікування синдрому хронічного гінгівостоматиту в котів. Етіологія ХГСТ котів наразі не визначена, хоча існує велика кількість припущень і теорій (вірусна, бактеріальна, зміна кислотно-лужної рівноваги в ротовій порожнині, порушення обміну речовин та ін.). Консервативні методи лікування ХГСТ котів не завжди ефективні, часто дають тільки тимчасовий ефект. Хірургічний метод – екстракція зубів дає позитивні результати, але, на нашу думку, він досить травматичний для тварин. Тому ми вважаємо, що для розуміння етіології виникнення синдрому ХГСТ та для розробки більш ефективних методів лікування необхідно:

1. Проводити діагностику на лейкоз, каліцивіроз, віруси імунodefіциту, герпесу котам з ознаками ХГСТ.
2. Продовжити пошук специфічних бактерій та вірусів у ротовій порожнині котів за ХГСТ шляхом ПЛР.
3. Контролювати зміни обміну речовин (дослідження крові, сироватки та слини котів на вміст вітамінів, мікро- та макроелементів, гормонів).
4. Інформувати власників котів, не допускати безконтрольне використання антибіотиків та гормональних препаратів через звикання й відсутність клінічного ефекту.

References

1. Guselnikov, E. V. (2005). Effektivnost primeneniya linimenta 5 % cikloferona pri gingivostomatitah i parodontitah. *Veterinarnaya Praktika*, 1, 28–32 [In Russian].
2. Zvenigorodskaya, T. V. (2013). Mikrobnij pejzazh i effektivnost hirurgicheskogo lecheniya pri parodontite u domashnih koshek. *Mezhdunarodnyj Vestnik Veterinarii*, 2, 22–26 [In Russian].
3. Kuleshova, O. A., Yagnikov, S. A., & Mitrohina, N. V. (2011). Pervyj opyt primeneniya metoda fotodinamicheskoy terapii pri hronicheskom gingivo-stomatite u koshek. *Rossijskij Veterinarnyj Zhurnal. Melkie Domashnie i Dikie Zhivotnye*, 3, 33–37 [In Russian].
4. Portianko, T. V. (2012). Rol mikroflory u vynyknneni zapalnykh zakhvoriuvan parodontu v kotiv. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 196–197. doi: 10.31210/visnyk2012.01.48. [In Ukrainian].
5. Addie, D. D., Radford, A., Yam, P. S., & Taylor, D. J. (2003). Cessation of feline calicivirus shedding coincident with resolution of chronic gingivostomatitis in a cat. *J Small Anim Pract.* 44, 172–176. doi: 10.1111/j.1748-5827.2003.tb00140.x.
6. Belgard, S., Truyen, U., & Thibault, J. C. (2010). Relevance of feline calicivirus, feline immunodeficiency virus, feline leukemia virus, feline herpesvirus and Bartonella henselae in cats with chronic gingivostomatitis. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr.* 123 (9–10), 369–376. doi: 10.2376/0005-9366-123-369.
7. Bellei, E., Dalla, F., Masetti, L., Pisoni, L., & Joechler, M. (2008). Surgical therapy in chronic feline gingivostomatitis (FCGS). *Vet. Res. Commun.* 32 (1), 231–234. doi: 10.1007/s11259-008-9153-8.
8. Camy, G., Fahrenkrug, P., & Gracis M. (2010). Proposed guidelines on the management of feline chronic gingivostomatitis (FCGS) syndrome: A consensus statement. Consultation version September 19th European Congress of Veterinary Dentistry (ECVD), Nice, September 23–25, 2010.
9. Dolieslager, S. M., Riggio, M. P., Lennon, A., Lappin, D. F., Johnston, N., Taylor, D., & Bennett D. (2010). Identification of bacteria associated with feline chronic gingivostomatitis using culture-dependent and culture-independent methods. *Veterinary Microbiology*, 148 (1), 93–98. doi: 10.1016/j.vetmic.2010.08.002.
10. Dowers, K. L., Hawley J. R., Brewer, M. M., Morris, A. K., Radecki, S. V., & Lappin M. R. (2010). Association of Bartonella species, feline calicivirus, and feline herpesvirus 1 infection with gingivostomatitis in cats. *J Feline Med Surg.* 12 (4), 314–321. doi: 10.1016/j.jfms.2009.10.007.
11. Glaus, T., Hofmann-Lehmann, R., Greene, C., Glaus, B., Wolfensberger, C., & Lutz, H. (1997). Seroprevalence of Bartonella henselae infection and correlation with disease status in cats in Switzerland. *J. Clin. Microbiol.* 35, 2883–2885. doi: 10.5167/uzh-129722.
12. Healey, K. A. E., Dawson, S., Burrow, R., Cripps, P., Gaskell, C. J., Hart, C. A., Pinchbeck, G. L., Radford, A.D., & Gaskell, R.M. (2007). Prevalence of feline chronic gingivo-stomatitis in first opinion veterinary practice. *J. Feline Med. Surg.* 9, 373–381. doi:10.1016/j.jfms.2007.03.003.
13. Harley, R., Gruffydd-Jones, T. J., & Day, M. J. (2003). Salivary and serum immunoglobulin levels in cats with chronic gingivostomatitis. *Vet Rec.* 152, 125–129. doi: 10.1136/vr.152.5.125.
14. Harley, R., Gruffydd-Jones, T. J. & Day, M. J. (2011). Immunohistochemical Characterization of Oral Mucosal Lesions in Cats with Chronic Gingivostomatitis *Journal of Comparative Pathology* 144 (4), 239–250. doi: 10.1016/j.jcpa.2010.09.173.
15. Hennet, P. (1997). Chronic Gingivo-Stomatitis in Cats: Long-Term follow-up of 30 cases Treated by Dental Extractions. *Journal of Veterinary Dentistry*, 14 (1), 15–21. doi: 10.1177/089875649701400103.

16. Lommer, M. J., & Verstraete F. J. M. (2003). Concurrent oral shedding of feline calicivirus and feline herpesvirus 1 in cats with chronic gingivostomatitis. *Oral Microbiology and Immunology*, 18, 131–134. doi: 10.1034/j.1399-302X.2003.00033.
17. Lommer, M. J. (2013). Oral Inflammation in Small Animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 43 (3), 555–571. doi: 10.1016/j.cvsm.2013.02.004.
18. Lommer, M. J. (2008) Use of cyclosporine for the treatment of refractory feline gingivostomatitis. *Proceedings of the 22nd Annual Dental Forum*. Retrived from: https://scholar.google.com/scholar?start=20&q=MJ+Lommer&hl=en&as_sdt=0,5.
19. Love, D. N., Johnson, J. L., & Moore, L. V. H. (1989). Bacteroides species from the oral cavity and oral-associated diseases of cats (1989). *Vet. Microbiol.* 19 (3), 275–281. doi: 10.1016/0378-1135(89)90073-4.
20. Love, D. N., Malik, R., & Norris, J. M. (2000). Bacteriological warfare amongst cats: what have we learned about cat bite infections? *Vet. Microbiol.*, 74, 179–193. doi: 10.1016/S0378-1135(00)00186-3.
21. Love, D. N., Vekselstein, R., & Collings, S. (1990). The obligate and facultatively anaerobic bacterial flora of the normal feline gingival margin. *Vet. Microbiol.* 22, 267–275. doi.org/10.1016/0378-1135(90)90114-B.
22. Lyon, K. F. (2005). Gingivostomatitis. In *Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*. 35 (4), 891–911. doi: 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2018.141344.
23. Poulet, H., Brunet, S., Soulier, M., Leroy, V., Goutebroze, S., & Chappuis, G. (2000). Comparison between acute oral/respiratory and chronic stomatitis/gingivitis isolates of feline calicivirus: Pathogenicity, antigenic profile and cross-neutralisation studies. *Arch Virol.* 145 (2), 243–261. doi: 10.1007/s007050050021.
24. Quimby, J. M., Elston, T., Hawley, J., Brewer, M., Miller, A., & Lappin M. R. (2008). Evaluation of the association of Bartonella species, feline herpesvirus 1, feline calicivirus, feline leukemia virus and feline immunodeficiency virus with chronic feline gingivostomatitis. *J Feline Med Surg.* 10 (1), 66–72. doi: 10.1016/j.jfms.2007.05.007.
25. Dolieslager, S. M. J., Riggio, M. P., Lennon, A., Lappin, D. F., Johnston, N., Taylor, D., & Bennett, D. (2011). Identification of bacteria associated with feline chronic gingivostomatitis using culture-dependent and culture-independent methods. *Veterinary Microbiology*, 148 (1), 93–98. doi: 10.1016/j.vetmic.2010.08.002.
26. Sato, R., Inanami, O., Tanaka, Y., Takase, M., & Naito, Y. (1996). Oral administration of bovine lactoferrin for treatment of intractable stomatitis in feline immunodeficiency virus (FIV)-positive and FIV-negative cats. *Am J Vet Res.*, 57 (10), 1443–1446.
27. Southerden, P., & Gorrel, C. (2007). Treatment of a case of refractory feline chronic gingivostomatitis with feline recombinant interferon omega. *Journal of Small Animal Practice*, 48 (2), 104–106. doi:10.1111/j.1748-5827.2006.00166.x.
28. Sims, T. J., Moncla, B. J., & Page, R. C. (1990). Serum antibody response to antigens of oral Gram negative bacteria in cats with plasma cell gingivitis-pharyngitis. *J. Dent. Res.*, 69, 877–882. doi: 10.1177/00220345900690031001.
29. Suzuki, M. T., & Giovannoni, S. J. (1996). Bias caused by template annealing in the amplification of mixtures of 16S rRNA genes by PCR. *Applied and Environmental Microbiology*, 62 (2), 625–630. doi: 10.1128/aem.62.2.625-630.1996.
30. Ueno, H., Hohdatsu, T., Muramatsu, Y., Koyama, H., & Morita, C. (1996). Does Coinfection of Bartonella henselae and FIV Induce Clinical Disorders in Cats? *Microbiology and Immunology*, 40 (9), 617–620. doi: 10.1111/j.1348-0421.1996.tb01118.x.

Стаття надійшла до редакції 30.10.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Звенігородська Т. В., Худолій І. В. Хронічний гінгівостоматит свійських котів. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 147–152.

© Звенігородська Таміла Владиславівна, Худолій Ілона Вікторівна, 2019

THE INFLUENCE OF TOXIC ELEMENTS ON ORGANOLEPTIC MILK INDICATORS**N. S. Shcherbakova,**ORCID ID: [0000-0002-3573-7673](https://orcid.org/0000-0002-3573-7673), E-mail: peredera@ukr.net,**Yu. Yu. Maksymova,**E-mail: maksimovau987@mail.com,

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

Heavy metals, which are toxic to humans and animals, are one of the most dangerous forms of food and the environment contamination. These substances penetrate into the human body mainly through food. For this reason, it is important to identify sources of accumulation and pollution and trace the pathways of these metals to farm products. The prevention of heavy metals' hazardous impact on human health has to be based on measures covering the entire migration link, from reducing metal accumulation in the natural environment to controlling their content in food. Farm animals are the leading link in the soil-plant-animal-food system, as they receive various organic substances and chemical elements, including heavy metals with feed and water. Milk is the most "susceptible" to heavy metals. The most toxic elements are lead, mercury, cadmium, zinc and arsenic. The research was conducted in 2019 at the Regional State Laboratory of the State Food Consumer Service in Poltava region. Altogether 12 samples of cow's whole milk were examined – one sample per batch. While examining the attention was paid to organoleptic indicators: color, taste, smell, and consistency. At conducting chemical-analytical studies of milk the mass concentration of micro- and macro-elements was determined using appropriate test procedures and modern devices. As a result, it was found that the content of mercury (Hd) in the tested samples was in accordance with the standard. The content of cadmium (Cd) in sample № 2 was 0.056 mg/kg, in sample № 3 – 0.042 mg/kg, in sample № 9 – 0.047, and in sample № 10 – 0.059 at the maximum permissible level of 0.03 mg/kg, which was 86.6 %, 40 %, 56 % and 96 % respectively higher than the standard. Zinc (Zn) values in the test samples were within the standard range. Lead content (Pb) in sample № 2 was 0.233 mg/kg, which was 133 % higher than the standard. Lead content (Pb) in sample № 3 was 0.285 mg/kg, which was 185 % higher than the maximum permissible levels. In sample № 9, lead content was 0.249 and in sample № 10 it was 0.265, which was 149 % and 165 % respectively higher than the standard. The concentration of arsenic (As) in the test samples was within the normal range. In terms of organoleptic characteristics, all the tested samples met the state requirements of DSTU 3662:2018 "Raw cow milk. Specifications".

Key words: heavy metals, toxic elements, organoleptic parameters, milk contamination, chemical-analytical studies.

ВПЛИВ ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ МОЛОКА**Н. С. Щербаківа, Ю. Ю. Максиміва,**

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Однією з найнебезпечніших форм забруднення продуктів харчування та навколишнього середовища є важкі метали, токсичні для людини і тварин. Ці речовини потрапляють в організм людини переважно через їжу. З цієї причини важливо визначити джерела накопичення та забруднення і простежити шляхи цих металів до сільськогосподарської продукції. Запобігання небезпечного впливу важких металів на здоров'я людини має ґрунтуватися на заходах, що охоплюють всю міграційну ланку, від зменшення накопичення металів у природному середовищі до контролю їх вмісту у продук-

ктах харчування. Сільськогосподарські тварини є провідною ланкою в системі ґрунт-рослина-тварина-їжа, яка отримує різні органічні речовини й хімічні елементи, зокрема важкі метали з кормом і водою. Молоко є найбільш «сприйнятливим» до важких металів. Найбільш токсичними елементами є свинець, ртуть, кадмій, цинк і миш'як. Дослідження проводили 2019 року на базі Регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби в Полтавській області. Всього було досліджено 12 проб молока коров'ячого незбираного – по одній пробі з партії. При проведенні дослідження на органолептичні показники звертали увагу на колір, смак, запах, консистенцію. Досліджуючи хіміко-аналітичні властивості, молока визначали масову концентрацію мікро- та макроелементів за допомогою відповідних процедур випробувань та сучасних приладів. У результаті дослідів хіміко-аналітичних властивостей встановили, що вміст ртуті (Hd) у досліджуваних пробах відповідає нормі. Вміст кадмію (Cd) у пробі № 2 становить 0,056 мг/кг, у пробі № 3 – 0,042 мг/кг, у пробі № 9 – 0,047, а у пробі № 10 – 0,059 при гранично допустимому рівні 0,03 мг/кг, що на 86,6, 40, 56 та 96 % більше норми відповідно. Показники по цинку (Zn) у досліджуваних пробах перебувають у межах норми. Вміст свинцю (Pb) у пробі № 2 становить 0,233 мг/кг, що на 133 % більше за норму. Вміст свинцю (Pb) у пробі № 3 становить 0,285 мг/кг, що на 185 % перевищує гранично допустимі рівні. У пробі № 9 вміст свинцю становить 0,249, а у пробі № 10 – 0,265, що на 149 % і на 165 % відповідно більше за норму. Концентрація миш'яку (As) у досліджуваних пробах перебувають у межах норми. За органолептичними показниками всі досліджувані проби відповідали держвимогам ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови».

Ключові слова: важкі метали, токсичні елементи, органолептичні показники, забруднення молока, хіміко-аналітичні дослідження.

ВЛИЯНИЕ ТОКСИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОКА

Н. С. Щербакова Ю. Ю. Максимова,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Одной из самых опасных форм загрязнения продуктов питания и окружающей среды являются тяжелые металлы, которые токсичны для человека и животных. Молоко является наиболее "восприимчивым" к тяжелым металлам. Самыми токсичными элементами являются свинец, ртуть, кадмий, цинк и мышьяк. Исследование проводили в 2019 на базе Региональной государственной лаборатории Госпродпотребслужбы в Полтавской области. Всего было исследовано 12 проб молока коровьего цельного — по одной пробе из партии. При проведении исследования на органолептические показатели обращали внимание на цвет, вкус, запах, консистенцию. При проведении химико-аналитических исследований молока определяли массовую концентрацию микро- и макроэлементов с помощью соответствующих процедур испытаний и современных приборов. При проведении химико-аналитических исследований установили, что содержание ртути (Hd), цинка (Zn) и мышьяка (As) в исследуемых пробах соответствует норме. Содержание кадмия (Cd) в пробе № 2, № 3, № 9 и № 10 на 86,6 %, на 40 %, на 56 % и на 96 % больше нормы соответственно. Содержание свинца (Pb) в пробе № 2 на 133 % больше нормы. Содержание свинца (Pb) в пробе № 3 на 185 % превышает предельно допустимые уровни. В пробе № 9 и № 10 содержание свинца на 149 % и на 165 % соответственно больше нормы. По органолептическим показателям все исследуемые пробы соответствовали требованиям ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сырьё коровье. Технические условия».

Ключевые слова: тяжелые металлы, токсические элементы, органолептические показатели, загрязнение молока, химико-аналитические исследования

Вступ

Незбиране коров'яче молоко й молочні продукти з нього є важливим складовою частиною раціону людини. Тому вміст шкідливих речовин у молочних продуктах, що перевищує гранично допустимий рівень, може становити небезпеку для здоров'я населення. Однією з найнебезпечніших форм забруднення продуктів харчування та навколишнього середовища є важкі метали, які токсичні для людини і тварин. Ці речовини надходять в організм людини переважно через їжу. З цієї причини важливо визначити джерела накопичення та забруднення і простежити шляхи цих металів до сільськогосподарської продукції [1–5]. Запобігання небезпечного впливу важких металів на здоров'я людини має ґру-

нтуватися на заходах, що охоплюють всю міграційну ланку, від зменшення накопичення металів у природному середовищі до контролю їх вмісту у продуктах харчування [6–8]. Сільськогосподарські тварини є провідною ланкою в системі ґрунт-рослина-тварина-їжа, яка отримує різні органічні речовини й хімічні елементи, зокрема важкі метали з кормом і водою.

У внутрішніх органах і продукції тварин, що утримуються в промислово розвинених регіонах, вміст важких металів, зокрема кадмію і свинцю, в кілька разів перевищує їх рівень у тварин з екологічно чистих зон [9–12]. Дослідники багатьох країн виявили, що кількість токсичних речовин, які потрапляють в організм тварин і надходять до продуктів тваринного походження, варіюється в широких межах. Цей рівень залежить від інтенсивності техногенного навантаження на сільськогосподарські угіддя, повноцінного раціону та умов утримання тварин. Основним джерелом токсичних речовин, зокрема важких металів, вважаються корми і питна вода [13–16].

Потрапляючи у продукти тваринного походження, шкідливі речовини можуть спричинити захворювання в людини і сприяти розвитку канцерогенних і мутагенних ефектів на організм. Молоко є найбільш «сприйнятливим» до важких металів [17]. Найбільш токсичними елементами є свинець, ртуть, кадмій, цинк і миш'як. Джерелами їхнього надходження є відходи промислових підприємств, вихлопні гази автомобілів, мінеральні добрива та інше. Вони потрапляють в організм через дихальні шляхи, через питну воду або через їжу. Біологічні системи великої рогатої худоби нейтралізують токсичні речовини і лише невелика їх кількість потрапляє до молока. Однак вміст важких металів у молоці може збільшитися шляхом міграції їх з технологічних установок, полімерної та металевої тари, посуду та побутової техніки [18].

Фізичні властивості та якість молока як біологічного продукту є досить лабільними. Навіть незначні зміни в раціоні, навколишньому середовищі, умовах утримання й фізіологічному стані тварин приводять до деяких змін у молоці. До факторів, які спричиняють так звані пороки молока, відносять: фізіологічні зміни стану лактуючих тварин, хвороби тварин, недотримання умов утримання й годівлі, незадовільний стан тваринницьких приміщень, поганий стан пасовищ, введення в організм лікарських речовин, порушення первинної обробки молока та ін. Основні пороки пов'язані з кольором, запахом, консистенцією та смаком. Однак, як показали результати проведених досліджень, молоко, яке за органолептичними показниками відповідало державним вимогам, не відповідало Держстандарту за показниками безпеки. Для повної оцінки якості молока, крім органолептичних і фізико-хімічних показників, його треба досліджувати на вміст токсичних мікро- та мікроелементів.

Тому метою роботи було визначити вплив токсичних елементів на органолептичні показники молока. Задля досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати наступні завдання: дослідити вміст токсичних мікро- та макроелементів у молоці коров'ячому незбираному.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили 2019 року на базі Регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби в Полтавській області, яка знаходиться за адресою Полтавська область, Полтавський район, село Горбанівка, вул. Миру 2.

Матеріалом досліджень було молоко коров'яче незбиране. Всього було досліджено 12 проб – по одній пробі з партії. Молоко надходить на дослідження у пластиковій тарі з надписом, що містить порядковий номер проби і вид дослідження, яке необхідно провести. До кожної проби додається супровідна.

Органолептичну оцінку молока проводили для визначення його якості й віднесення до певного сорту відповідно до вимог ДСТУ 3662:2018 [19].

При цьому встановлювали колір, запах, смак і консистенцію молока.

Визначення вмісту токсичних елементів здійснювали методом атомно-абсорбційної спектроскопії з атомізацією в полум'ї, методом прямого аналізу, колориметричним методом та методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою [20–23].

Визначення важких металів методом атомно-абсорбційної спектроскопії полягає у використанні атомізації в повітряно-ацетиленовому полум'ї, з нагріванням пальника до температури близько 3000 °С. Реєструється величина резонансного поглинання випромінювання на аналітичній довжині хвилі, що відповідає досліджуваному металу. Масову частку металу в мінералізаті зразка розраховують за градуальною залежністю величини поглинання від масової концентрації металу [20].

Оцінка якості молока методом прямого аналізу базується на принципі прямого аналізу ртуті (без проведення підготовки проб) шляхом термічного розкладання проби та концентрації парів ртуті на золотому ама-

льгаматорі, десорбції її та кількісному визначенні за допомогою атомно-абсорбційного аналізу [21].

Визначення концентрації миш'яку в молоці колориметричним методом базується на інтенсивності забарвлення розчину комплексного з'єднання миш'яку з діетилдітіокарбоматом срібла у хлороформі [22].

Метод атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою заснований на використанні для збудження характеристичного спектру нагрівання дрібнодисперсного аерозолі речовини, що аналізується в аргонній плазмі височастотного розряду та реєстрації оптичного спектру випромінювання збуджених атомів. Варто зазначити, що цей метод є більш чутливим і здатний виміряти нижчі концентрації токсичних елементів порівняно з атомно-абсорбційним методом [23].

Результати досліджень та їх обговорення

При проведенні дослідження на органолептичні показники звертали увагу на колір, смак, запах, консистенцію. За органолептичними показниками проби відповідали ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» [19]. Всі проби мали білий або дещо жовтуватий колір, приємний специфічний запах, солодкуватий смак та однорідну без осаду консистенцію.

Проводячи хіміко-аналітичні дослідження, виявили, що вміст ртуті (Hd) у досліджуваних пробах відповідає нормі. Вміст кадмію (Cd) у пробі № 2 становить 0,056 мг/кг, в пробі № 3 – 0,042 мг/кг, в пробі № 9 – 0,047, а в пробі № 10 – 0,059 при гранично допустимому рівні 0,03 мг/кг, що на 86,6 %, на 40 %, на 56 % і на 96 % більше норми відповідно (рис. 1).

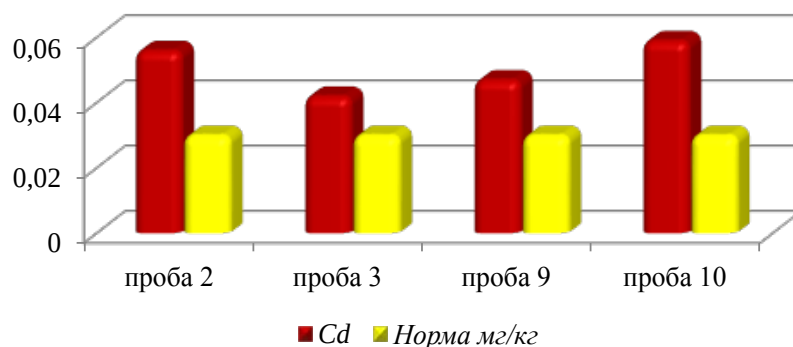


Рис. 1. Позитивні результати по кадмію

Показники по цинку (Zn) у досліджуваних пробах перебувають у межах норми. Вміст свинцю (Pb) у пробі № 2 становить 0,233 мг/кг, що на 133 % більше за норму. Вміст свинцю (Pb) у пробі № 3 становить 0,285 мг/кг, що на 185 % перевищує гранично допустимі рівні. У пробі № 9 вміст свинцю становить 0,249, а в пробі № 10 – 0,265, що на 149 % і на 165 % відповідно більше за норму (рис. 2). Концентрація миш'яку (As) у досліджуваних пробах є в межах норми.

Отже, при проведенні аналізу результатів досліджень молока, встановили, що молоко другої, третьої, дев'ятої і десятої проби не відповідає ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» [19]. Молоко, яке не відповідає державним вимогам, вважається небезпечним для харчування людей і молодняка с/г тварин. Особливо небезпечним для організму людей і тварин є кадмій. Він міститься в мазуті й дизельному паливі (і звільняється при його спалюванні). Тому корма рослинного походження, які були заготовлені з пасовищ поблизу автомагістралей вважаються найбільш небезпечним джерелом важких металів. За даними досліджень багатьох учених відомо, що серед важких металів найбільше з кормів у молоко трансформується кадмій [7]. Найбільше кадмію накопичується в листках та коренях рослин, а також у зерні (особливо в насінні соняшника). Це свідчить про те, що однією з причин збільшення концентрації кадмію в молоці досліджуваних проб є недоброякісні корми рослинного походження зі збільшеним вмістом цього елемента.

Потрібно зазначити, що вміст важких металів у зелених кормах не повинен перевищувати максимально допустимого рівня. Для кадмію 0,3 мг/кг (при 12 % вологості корму); для свинцю (при 12 % вологості корму) 30 мг/кг відповідно до державних норм [24]. При збільшеному вмісті цих елементів може виникнути токсикоз, за якого у тварин переважно уражуються нирки, кровотворні органи (анемія), нервова й серцево-судинна системи, пригнічується активність багатьох ферментів, порушується обмін речовин і біосинтез.

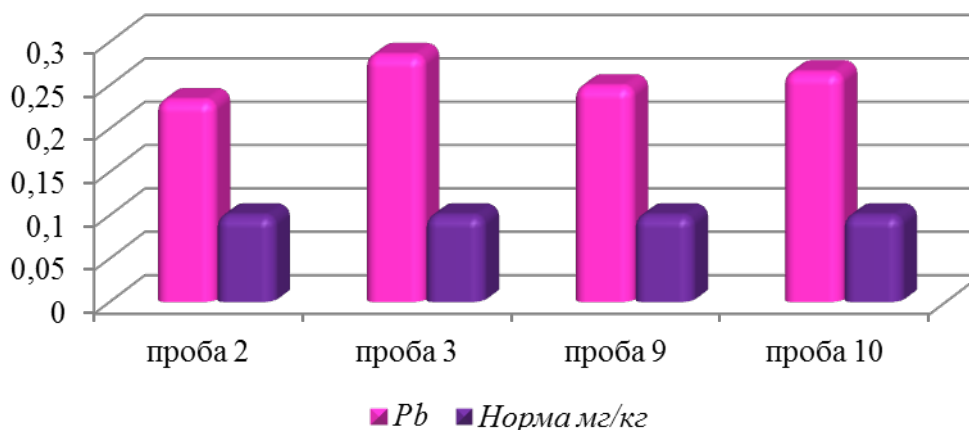


Рис. 2. Позитивні результати по свинцю

Як свідчать дані літератури [1, 3, 10, 11], в екологічно забруднених регіонах внаслідок впливу різних токсикантів, зокрема важких металів, відбувається порушення обміну речовин та імунобіологічної реактивності організму сільськогосподарських тварин. Екологічно забруднені молочні та м'ясні продукти негативно впливають на здоров'я людини [12, 26]. Якщо шкідливі речовини потрапляють до продуктів тваринного походження, то вони можуть стати причиною захворювань у людини, сприяти виникненню канцерогенного й мутагенного ефектів на організм.

Висновки

Масова концентрація кадмію і свинцю в досліджуваних пробах не відповідає гранично допустимим рівням. Тому проаналізувавши результати досліджень, дані літератури та державні вимоги, робимо висновок про те, що проби з показниками, які перевищують норму, вважаються небезпечними й не допускаються до реалізації. Першоджерелом підвищеного вмісту кадмію і свинцю є корми рослинного походження. Незбиране коров'яче молоко та молочні продукти найбільш «сприйнятливі» до важких металів. Токсичний вплив важких металів в організмі реалізується повільно. Він проявляється зниженням функції окремих органів і систем, імунodefіцитним станом організму, а також може спричинити мутагенну, тератогенну й ембріотоксичну дію на організм продуктивних тварин і молодняку.

Перспективи подальших досліджень. Детально вивчити шляхи міграції важких металів у навколишньому середовищі та попередити їх потрапляння до продукції тваринного походження.

References

1. Bogatyrev, A. N. (2003). O proizvodstve jekologicheskij bezopasnoj pishhevoj produkcii. *Molochnaja Promyshlennost*, 2, 17–19 [In Russian].
2. Zasekin, D. A. (2000). Detoksykatsiia nadlyshku vazhkykh metaliv v orhanizmi tvaryn – zaporuka zberezhenia zdorov'ia ta oderzhannia ekolohichno chystoi tvarynnytskoi produktsii. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 28, 258–269 [In Ukrainian].
3. Zasekin, D. A., Shabelnik, M. M., & Melnychuk, D. A. (1995). Zabrudnenist hruntiv ta vody vazhkykh metalamy – odna z prychnyn vynyknennia patolohii obminu rechovyn u tvaryn. *Materialy naukovopraktychnoi konferentsii „Neinfektsiina patolohiia tvaryn”*. Bila Tserkva: LitVudan [In Ukrainian].
4. Sager, M., Pechhacker, H., & Pechhacker, M. (2001). *Trace elements in honey. Federal office and Research Centre of Agriculture*. New York: CRS Press.
5. Kalashnikov, V. I., Kuznyecov, S. G. & Omelchenko, V. D. (2000). *Mineralnyj obmen v organizme molochnykh korov pri razlichnykh usloviyakh pitaniya. Sovremennye problemy biotekhnologii i biologii produktivnykh zhivotnykh. Sb.nauch.trudov*. Borovsk [In Russian].
6. Kravtsiv, R. Y. (2002). Vprovadzhennia novykh ekolohichno bezpechnykh tekhnolohii u vyrobnytstvo – odyn z priorytetnykh napriamkiv rozvytku narodnoho hospodarstva Ukrainy. *Naukovyi Visnyk Lvivskoi Derzhavnoi Akademii Vetrynarnoi Medytsyny im. S.Z. Hzhyskoho*, 2, 6–13 [In Ukrainian].
7. Pylypiv, I. I. (2005). Biokhimichni pokaznyky moloka i krovi koriv ta yikh arterio–venozna riznytsia u molochnii zalozi pry eksperymentalnomu navantazhenni kadmiiem. *Naukovo – Tekhnichni Biuleten*

Instytutu Biologii Tvaryn i Derzhavnoho Naukovo–Doslidnoho Kontrolnoho Instytutu Vetpreparativ ta Kormovykh Dobavok, VI (1), 134–138 [In Ukrainian].

8. Babiuk, A. V., Makarova, O. V., Rohozynskyi, M. S., & Romaniv, L. V. (2005). *Bezpeka kharchuvannia: suchasni problemy: posibnyk-dovidnyk*. Chernivtsi: Knyhy – XXI [In Ukrainian].

9. Butsiak, V. I., & Pechar, N. P. (2007). Biotehnologichni aspekty vyrobnytstva ta pererobky moloka za umov tekhnohennoho navantazhennia. *Naukovyi Visnyk Lvivskoi Derzhavnoi Akademii Vetrynarnoi Medytsyny im. S.Z. Hzhyskoho*, 2 ((33) 2), 7–12 [In Ukrainian].

10. Pylypiv, I. I., & Fedoruk, R. S. (2000). Dzherela zabrudnennia dovkillia okremymy vazhkymy metalamy ta yikh vplyv na zhyttiedialnist orhanizmu tvaryn. *Naukovo–Tekhnichniy Biuleten Instytutu Biologii Tvaryn*, II, 26–32 [In Ukrainian].

11. Ashton, J. F., & Laura, R. S. (1992). The cadmium problem. *Search*, 23 (1), 31–33.

12. Stopper, M. (1991). *Cadmium. Metals and their Cowponnds Environ: Octurence, Analysis and Biol.* Weinheim: Relevance.

13. Gaetke, L. (2003). Copper toxicity, oxidative stress, and antioxidant nutrients. *Toxicology*, 189 (1–2), 147–163. doi: 10.1016/s0300-483x(03)00159-8.

14. Gooneratne, S. R., & Christensen, D. A. (1997). Effect of chelating agents on the excretion of copper, zinc and iron in the bile and urine of sheep. *The Veterinary Journal*, 153 (2), 171–178. doi: 10.1016/s1090-0233(97)80037-8.

15. Barabanshikov, N. V. (1980). *Kachestvo moloka i molochnykh produktov*. Moskva: Kolos [In Russian].

16. Kartashova, V. M. (1980). *Gigiena poluchenija moloka*. Moskva: Kolos [In Russian].

17. Suttle, N. F. (1991). The Interactions Between Copper, Molybdenum, and Sulphur in Ruminant Nutrition. *Annual Review of Nutrition*, 11 (1), 121–140. doi: 10.1146/annurev.nu.11.070191.001005.

18. Müller, M., & Anke, M. (1994). Distribution of cadmium in the food chain (soil-plant-human) of a cadmium exposed area and the health risks of the general population. *Science of The Total Environment*, 156 (2), 151–158. doi: 10.1016/0048-9697(94)90352-2.

19. DSTU ISO 3662:2018. *Moloko-syrovyna korov'iache. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid 2019-01-01*. (2019). Kyiv [In Ukrainian].

20. Protsedura vyprobuvan № 44. (2017). *Vyznachennia toksychnykh elementiv midi, tsynku, svyntsiu, kadmiu ta zaliza v kharchovykh produktakh ta kormakh metodom atomno-absorbtsiinoi spektrometrii z atomizatsiieiu u polumi*, 41 [In Ukrainian].

21. Protsedura vyprobuvan № 62. (2017). *Vyznachennia masovoi kontsentratsii za-halnoi rtuti v kharchovykh produktakh, kormakh, kormovii ta prodovolchii syrovyni, vodi metodom priamoho analizu (termichne rozkladannia proby z podalshym atomno-absorbtsiinym analizom)*, 56 [In Ukrainian].

22. Protsedura vyprobuvan № 48. (2016). *Vyznachennia mysh'iaku kolorymetrychnym metodom*, 48 [In Ukrainian].

23. Protsedura vyprobuvan № 69. (2016). *Vyznachennia mikro- ta makroelementiv v syrovyni, produktsii tvarynnoho ta roslynnoho pokhodzhennia, kormakh ta vodi metodom atomno-absorbtsiinoi spektrometrii z induktyvno-zv'iazanoiu plazmoiu*, 63 [In Ukrainian].

24. Pro zatverdzhennia pereliku maksimalno dopustymykh rivniv nebazhanykh rehovyn u kormakh ta kormovii syrovyni dlia tvaryn: Zakon Ukrainy vid 5.04.2012 № 503/20816. (2012). *Ministerstvo Yustytzii Ukrainy*, 131. [In Ukrainian].

25. Van Bruwaene, R., Kirchmann, R., & Impens, R. (1984). Cadmium contamination in agriculture and zootechnology. *Experientia*, 40 (1), 43–52. doi: 10.1007/bf01959101.

26. Trahtenberg, I. M., Kolesnikov, S. V., & Lukovenko, V. P. (1994). *Tjzhelye metally vo vneshnej srede. Sovremennye gigienicheskie i toksikologicheskie aspekty*. Minsk: Nauka i tehnika [In Russian].

27. Gabovich, R. D., & Priputina, L. S. (1987). *Gigienicheskie osnovy ohrany produktov pitaniya ot vrednykh himicheskikh veshstv*. Kiev: Zdorov'ya [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 10.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Щербакова Н. С., Максимова Ю. Ю. Вплив токсичних елементів на органолептичні показники молока. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 153–158.

© Щербакова Наталія Сергіївна, Максимова Юлія Юріївна, 2019

BACTERICIDAL PROPERTIES OF THE “DOROSEPT SUPER” AGENT FOR MYCOBACTERIA

A. P. Paliy,

ORCID ID: [0000-0002-9193-3548](https://orcid.org/0000-0002-9193-3548), E-mail: paliy.dok@gmail.com,

A. I. Zavgorodniy,

ORCID ID: [0000-0003-3563-0478](https://orcid.org/0000-0003-3563-0478),

National Scientific Center the “Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine”, 83, Pushkinska str., Kharkiv, 61023, Ukraine

A. O. Bondarchuk,

ORCID ID: [0000-0002-4647-5541](https://orcid.org/0000-0002-4647-5541),

Kharkiv State Zooveterinary Academy, 1, Academichna str., Kharkiv, 62341, Ukraine

At present, disinfectants, which are used in livestock buildings, are different as to concentration of active substances, composition, application and a number of other properties. Most of them are imported commercial products. The relevance of the research is to replace them on the domestic market with more effective, safe and cost-efficient preparations. Such products must be highly effective and have a wide range of bactericidal, virucidal, fungicidal and sporocidal action. The improvement of livestock's health after infectious diseases, especially tuberculosis, which causes significant economic losses to this sector and threatens human health, is one of the important tasks of veterinary medicine specialists. The spreading of tuberculosis causal agents and atypical mycobacteria in the environment demands from specialists to use highly effective antimicrobial preparations to prevent further persistence of these microorganisms, as well as infecting farm animals. Ukrainian and foreign manufacturers recommend a great number of disinfectants, which are rather effective in the prevention and elimination of most infectious diseases. However, it should be noted that not all disinfectants are effective enough for tuberculosis infection. This paper presents the study results of the bactericidal properties of the “DOROSEPT SUPER” disinfectant as related to Mycobacterium fortuitum, as well as Mycobacterium bovis on test objects. The suspension method has shown that Mycobacteria fortuitum die after applying aqueous disinfectant solution at a concentration of 1.0 % and exposure of 1 hour. After the treatment of wooden, batiste, metal, tile and glass test objects, which were contaminated with M. bovis, the viability of the latter ceased after 24 hours under the influence of 3 % preparation concentration. Moreover, while applying an aqueous solution to the same test objects in an operating mode of 1.0 % – 24 hours, mycobacteria died in all cases, except those that were applied to wooden surface. The results of biological study of the “DOROSEPT SUPER” disinfectant were also presented in the article.

Key words: disinfectant, mycobacteria, tuberculosis, concentration, exposition.

БАКТЕРИЦИДНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗАСОБУ «DOROSEPT SUPER» ЩОДО МІКОБАКТЕРІЙ

А. П. Палій, А. І. Завгородній,

Національний науковий центр «Інститут експериментальної та клінічної ветеринарної медицини», м. Харків, Україна

А. О. Бондарчук,

Харківська державна зооветеринарна академія, м. Харків, Україна

Нині дезінфікуючі засоби, що використовуються у тваринницьких приміщеннях, різні за концентрацією діючих речовин, складом, застосуванням та іншими властивостями. Більшість з них є

імпортними продуктами. Вкрай актуально їх замінити на вітчизняному ринку ефективними, безпечними і економічними препаратами. Це мають бути високоефективні засоби, з широким спектром бактерицидної, віруліцидної, фунгіцидної і спороцидної дії. Одним з важливих завдань фахівців ветеринарної медицини є запобігання інфекційним захворюванням у тваринництві, особливо від туберкульозу, який завдає цій галузі значних економічних збитків і загрожує здоров'ю людей. Значне поширення у довіллі збудників туберкульозу й атипових мікобактерій вимагає від спеціалістів застосування високоефективних антимікробних препаратів, щоб запобігти подальшій персистенції цих мікроорганізмів, а також інфікуванню сільськогосподарських тварин. Вітчизняні та закордонні виробники рекомендують велику кількість дезінфектантів, які є досить ефективними при профілактиці та ліквідації більшості інфекційних захворювань. Водночас потрібно зазначити, що не всі деззасоби достатньо ефективні при туберкульозній інфекції. У цій роботі наведені результати досліджень бактерицидних властивостей дезінфікуючого засобу «DOROSEPT SUPER» щодо *Mycobacterium fortuitum*, а також *Mycobacterium bovis* на тест-об'єктах. Суспензійним методом встановлено, що *Mycobacterium fortuitum* гинуть при застосуванні водного розчину деззасобу при концентрації 1,0 % та експозиції 1 година. У разі нанесення препарату на дерев'яні, батистові, металеві, плиткові та скляні тест-об'єкти, які були контаміновані *M. bovis*, життєздатність останніх припинялася через 24 години при дії препарату в 3 % концентрації. Водночас при нанесенні водного розчину на ті ж самі тест-об'єкти в робочому режимі 1,0 % – 24 години мікобактерії гинули у всіх випадках, окрім тих, які були нанесені на дерев'яну поверхню. Також у статті наведені результати біологічного дослідження дезінфікуючого засобу «DOROSEPT SUPER».

Ключові слова: дезінфікуючий засіб, мікобактерії, туберкульоз, концентрація, експозиція.

БАКТЕРИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА СРЕДСТВА «DOROSEPT SUPER» ПО ОТНОШЕНИЮ К МИКОБАКТЕРИЯМ

А. П. Палий, А. И. Завгородний,

Национальный научный центр «Институт экспериментальной и клинической ветеринарной медицины», г. Харьков, Украина

А. А. Бондарчук,

Харьковская государственная зооветеринарная академия, г. Харьков, Украина

На сегодняшний день дезинфицирующие средства, используемые в животноводческих помещениях, различные по концентрации действующих веществ, составу, применению и другим свойствам. Большинство из них представлены импортными продуктами. Крайне актуально их заменить на отечественном рынке эффективными, безопасными и экономичными продуктами. Они должны быть высокоэффективными средствами, обладающими широким спектром бактерицидного, вирулицидного, фунгицидного и спороцидного действия. В данной работе приведены результаты исследований бактерицидных свойств дезинфицирующего средства «DOROSEPT SUPER» на *Mycobacterium fortuitum*, а также *Mycobacterium bovis* на тест-объектах. Суспензионным методом установлено, что *Mycobacterium fortuitum* погибают при применении водного раствора дезсредства при концентрации 1,0 % и экспозиции 1 час. При нанесении на деревянные, батистовые, металлические, плиточные и стеклянные тест-объекты, которые были контаминированы *M. bovis*, жизнеспособность последних прекращалась через 24 часа при воздействии препарата в 3% концентрации. Наряду с этим при нанесении водного раствора на те же тест-объекты в рабочем режиме 1,0 % – 24 часа микобактерии погибали во всех случаях, кроме тех, которые были нанесены на деревянную поверхность. Также в статье приведены результаты биологического исследования дезинфицирующего средства «DOROSEPT SUPER».

Ключевые слова: дезинфицирующее средство, микобактерии, туберкулез, концентрация, экспозиция.

Вступ

Туберкульоз тварин представляє як серйозну епідемічну, так і епізоотологічну небезпеку та має широке розповсюдження на території багатьох країн світу [11, 20].

У системі боротьби з туберкульозною інфекцією гостро постають питання щодо експрес-діагностики та ранньої профілактики виникнення цього захворювання, боротьба з мультирезистентними формами інфекції, розробка ефективних вакцин [4], а також застосування високоефективних

дезінфікуючих засобів у комплексі ветеринарно-санітарних заходів [1, 12].

Вчасне та повсюдне впровадження науково обґрунтованих програм боротьби з туберкульозом є не лише соціально важливим аспектом, але й передбачає отримання суттєвих економічних дивідендів [16].

Останнім часом проведено низку досліджень щодо пошуку та розробки ефективних протитуберкульозних дезінфектантів з різних хімічних груп. Оцінюючи летючі хімічні речовини, було визначено, що ацетон (22,5 % – 24 години), гідроксид амонію (1,0 % – 36 годин), хлороформ (0,5 % – 48 годин), етиловий спирт (17,5 % – 48 годин) і ксилол (3,0 % – 48 годин) інактивують мікобактерії *M. bovis*, тому можуть бути потенційно корисними для тваринницьких господарств [17].

Найбільш ефективними та поширеними деззасобами є альдегідні сполуки, біоцидна дія яких полягає в руйнації поверхневих структур мікобактерій, утворенні в цитоплазмі вакуолей та осміофільних включень. У разі дії на мікобактеріальні клітини альдегідного дезінфікуючого препарату виникають комплексні незворотні зміни структурних елементів мікобактерій, що призводять до повної загибелі мікроорганізмів [2, 6].

Поряд з цим встановлено наявність туберкулоцидної дії і в інших деззасобів, визначено ефективні режими їхнього застосування як у лабораторних, так і виробничих умовах [2, 18].

Виявлено, що оцтова кислота є ефективним мікобактерицидним засобом, навіть проти дуже стійкого, клінічно важливого комплексу *Mycobacterium abscessus*. [10]. Визначена ефективність ультрафіолетового випромінювання для знищення мікобактерій в обмежених приміщеннях [14]. Дослідження газової плазми, антимікробних поверхонь і парових систем стали цікавими альтернативами звичайним дезінфектантам [3].

Бактерицидний ефект деззасобів залежить не лише від режимів їхнього застосування, але й від наявності біологічного навантаження [5].

Актуальним залишається питання вибору тестової культури при апробації туберкулоцидних властивостей деззасобів. Повідомляється, що культура *Mycobacterium smegmatis* не є адекватною моделлю для тестування активності дезінфікуючих засобів проти мікобактерій [9], а також, що культура мікобактерій *M. chelonae* та *M. abscessus* є більш резистентною, ніж *M. smegmatis*, а *M. terrae* більш стійка, ніж *M. bovis* (штам BCG) [8]. Найбільш стійкою культурою до дії деззасобів вважається *M. tuberculosis* [13].

Збільшення інвестицій у протитуберкульозні заходи, розробка нових антимікробних препаратів, допоміжних методів лікування та діагностики є найкращою можливістю контролювати це інфекційне захворювання [21].

Метою наших досліджень було виявити в лабораторних умовах бактерицидні властивості дезінфікуючого засобу «DOROSEPT SUPER» щодо *Mycobacterium fortuitum* (шт. 122) та *Mycobacterium bovis* (шт. Vallee).

Матеріали і методи досліджень

Експериментальні дослідження проводили згідно з методичними рекомендаціями «Визначення бактерицидних властивостей дезінфікуючих засобів, проведення дезінфекції та контроль її якості при туберкульозі сільськогосподарських тварин», що затверджені науково-технічною радою Державного комітету ветеринарної медицини України 20.12.2007 р.

Бактерицидні властивості деззасобу «DOROSEPT SUPER» визначали щодо збудника туберкульозу *M. bovis* та атипових мікобактерій, які вирощували на середовищі Павловського протягом, відповідно, 30–45 та 14–21 діб за температури 37 °С. У дослідях використовували бактеріальну масу тест-культур мікобактерій, які мали типові культуральні та біологічні властивості.

Бактерицидну дію препарату «DOROSEPT SUPER» щодо збудника туберкульозу *Mycobacterium bovis* (шт. Vallee) та атипових мікобактерій *Mycobacterium fortuitum* (шт. 122) випробовували в концентрації 0,5, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0 і 7,0 % за експозиції 1, 5 і 24 години.

Перед початком досліду з тест-культур атипових мікобактерій *M. fortuitum* та збудника туберкульозу *M. bovis*, що виростили на середовищі Павловського, готували завись у концентрації 2 млрд бактеріальних тіл в 1 см³ стерильного ізотонічного розчину. Для цього бактеріальну масу тест-культур мікобактерій переносили бактеріологічною петлею в попередньо зважені на аналітичних вагах стерильні флакони ємністю 100–200 см³ з бусами, шляхом зважування визначали масу внесених у них мікобактерій, а потім вносили необхідний об'єм стерильного ізотонічного розчину. Флакони струшували на шуттель-апараті протягом 30-ти хвилин до одержання однорідної зависі мікобактерій.

Після цього готували робочі розчини «DOROSEPT SUPER» у вищезазначених концентраціях, які

вносили по 10 см³ у флакони ємністю 20 см³. Потім до кожного дослідного флакона окремо вносили по 0,2 см³ зависі атипових мікобактерій. Вміст флаконів ретельно перемішували і витримували задану експозицію дії дезінфектанту. Як контроль бактерицидної дії досліджуваного препарату використовували флакон із зависсю тест-культур атипових мікобактерій, у який замість розчинів дезінфікуючого препарату вносили 10 см³ стерильного ізотонічного розчину.

Потім з дослідних і контрольних флаконів відбирали проби по 10 см³, переносили їх до центрифужних пробірок, які центрифугували при 3000 об/хв. протягом 30-ти хвилин.

Для припинення дії препарату в дослідних пробірках осад, що утворився після центрифугування, а також контрольну пробу двічі відмивали стерильним ізотонічним розчином шляхом центрифугування.

Після цього завись осаду висівали на поживне середовище для культивування мікобактерій. Пробірки з висівами витримували в термостаті за температури 37 °C протягом 90 діб, і через кожні 3–5 днів після висіву проводили облік росту культур.

Визначення бактерицидних властивостей препарату «DOROSEPT SUPER» також проводили із застосуванням тест-об'єктів: дерево, керамічна плитка, батист, скло, метал з використанням тест-культури *Mycobacterium bovis* та застосуванням біологічного навантаження (гноївка).

На кожний тест-об'єкт наносили суміш, що містила 1 см³ зависі тест-культури збудника туберкульозу і 0,5 см³ стерильної гноївки. Після цього дослідні тест-об'єкти обробляли робочими розчинами дезінфектанту. На контрольні тест-об'єкти замість дезінфектанту наносили окремо стерильний ізотонічний розчин. Після витримування заданої експозиції з кожного контрольного і дослідного тест-об'єкту робили зіскрібки і змиви стерильним ізотонічним розчином у чашці Петрі, вміст яких переносили до центрифужних пробірок і центрифугували при 3000 об/хв. протягом 30 хвилин. Для нейтралізації дії препаратів осад у пробірках двічі відмивали стерильним ізотонічним розчином шляхом центрифугування. Отриманий осад дослідних і контрольних проб ресуспендували в 5 см³ стерильного ізотонічного розчину і стерильною піпеткою висівали на поживне середовище для культивування мікобактерій, а також заражали морських свинок.

Пробірки з висівами витримували в термостаті за температури 37 °C протягом трьох місяців, і через кожні 3–5 діб проводили облік росту посівів.

Біологічне дослідження виконували на здорових 5 дослідних та 5 контрольних морських свинках масою 300–350 г. Морським свинкам роздільно вводили під шкіру, в ділянку паху, в дозі 1 см³ суспензії осаду, який одержали після обробки дослідних та контрольних тест-об'єктів з культурою *Mycobacterium bovis*.

За лабораторними тваринами спостерігали протягом 3-х місяців. У цей строк тварин один раз на місяць досліджували туберкуліновою пробою. Тварин, загиблих під час дослідів та забитих після його завершення, досліджували патологоанатомічним та культуральним методами на туберкульоз.

Результати досліджень та їх обговорення

Результат попереднього визначення бактерицидної дії препарату «DOROSEPT SUPER» щодо атипових мікобактерій *Mycobacterium fortuitum* за допомогою суспензійного методу наведені в таблиці 1.

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що препарат «DOROSEPT SUPER» у концентрації 0,5 % за експозиції 1–24 години має лише бактериостатичні властивості щодо атипових мікобактерій *M. fortuitum*.

Бактерицидні властивості препарат «DOROSEPT SUPER» щодо *M. fortuitum* проявляє в концентрації 1,0–7,0 % за експозиції 1–24 години.

Після отримання позитивних результатів попередніх дослідів остаточне визначення режиму бактерицидної дії препарату «DOROSEPT SUPER» проводили щодо збудника туберкульозу *M. bovis* з використанням тест-об'єктів: дерево, керамічна плитка, батист, скло, метал із застосуванням біологічного навантаження (гноївка). Результати цього дослідів наведені в таблиці 2.

З матеріалів таблиці 2 видно, що дезінфікуючий препарат «DOROSEPT SUPER» у концентрації 1,0–2,0 % за експозиції 1–24 години та в концентрації 3,0–7,0 % за експозиції 1–5 годин не знезаражує тест-об'єкти, контаміновані збудником туберкульозу *M. bovis*. При застосуванні препарату в концентрації 3,0–7,0 % за експозиції 24 години він знезаражував усі тест-об'єкти.

Варто зазначити, що найбільш чутливою моделлю для проведення біопроби при дослідженні протитуберкульозних засобів є мурчаки [7], що ми і врахували при проведенні відповідних досліджень.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

1. Результати культурального дослідження бактерицидної дії препарату «DOROSEPT SUPER» щодо *M. fortuitum*

Режим застосування		Результат	
Концентрація		Дослід	Контроль
0,5 %	1 год	+	+
	5 год	+	+
	24 год	+	+
1,0 %	1 год	—	+
	5 год	—	+
	24 год	—	+
2,0 %	1 год	—	+
	5 год	—	+
	24 год	—	+
3,0 %	1 год	—	+
	5 год	—	+
	24 год	—	+
4,0 %	1 год	—	+
	5 год	—	+
	24 год	—	+
5,0 %	1 год	—	+
	5 год	—	+
	24 год	—	+
7,0 %	1 год	—	+
	5 год	—	+
	24 год	—	+

Примітки: “—” – відсутність росту мікобактерій; “+” – ріст мікобактерій.

2. Результати визначення бактерицидної дії препарату «DOROSEPT SUPER» щодо *M. bovis* на тест-об'єктах

Режим застосування	Тест-об'єкт				
	дерево	батист	метал	плитка	скло
1,0 % – 1 година	+	+	+	+	+
1,0 % – 5 годин	+	+	+	+	+
1,0 % – 24 години	+	—	—	—	—
2,0 % – 1 година	+	+	+	+	+
2,0 % – 5 годин	+	+	+	+	+
2,0 % – 24 години	+	—	—	—	—
3,0 % – 1 година	+	+	+	+	+
3,0 % – 5 годин	+	+	+	—	—
3,0 % – 24 години	—	—	—	—	—
4,0 % – 1 година	+	+	+	+	+
4,0 % – 5 годин	+	+	+	—	—
4,0 % – 24 години	—	—	—	—	—
5,0 % – 1 година	+	+	+	+	+
5,0 % – 5 годин	+	+	+	—	—
5,0 % – 24 години	—	—	—	—	—
7,0 % – 1 година	+	+	+	+	+
7,0 % – 5 годин	+	+	+	—	—
7,0 % – 24 години	—	—	—	—	—

Примітки: “—” – відсутність росту мікобактерій; “+” – ріст мікобактерій.

При біологічному дослідженні були підтверджені бактерицидні властивості щодо збудника туберкульозу *M. bovis* досліджуваного дезінфікуючого препарату в концентрації 3,0 % за експозиції 24 години. На внутрішньошкірне введення туберкуліну ППД для ссавців реагували лише тварини контрольної групи та при патологоанатомічному дослідженні в них були виявлені характерні для туберкульозу ураження. Культуральним дослідженням відібраного від дослідних і контрольних тварин патологічного матеріалу збудник туберкульозу *M. bovis* був виділений лише від тварин контрольної групи. Дослідні тварини на внутрішньошкірне введення туберкулінів не реагували, а з біоматеріалу після завершення досліду культур мікобактерій не було виділено.

Незважаючи на широкий асортимент дезінфікуючих засобів, усе ще залишається актуальним пошук більш екологічних і безпечних протимікробних засобів, які могли би бути альтернативою альдегідним сполукам [6]. Поряд із застосуванням хлорних деззасобів, до яких належить і досліджуваний нами препарат, необхідно зазначити, що висока гідрофобність клітинної мембрани в поєднанні з метаболічними змінами може призвести до толерантності мікобактерій до хлору [19].

Отримані нами результати досліджень розширюють спектр протитуберкульозних дезінфектантів, що своєю чергою дозволить аргументовано проводити ротацію деззасобів у загальному комплексі ветеринарно-санітарних заходів.

Висновки

У результаті бактеріологічного та біологічного досліджень бактерицидних властивостей препарату «DOROSEPT SUPER» щодо мікобактерій з'ясовано, що цей дезінфектант знищує збудника туберкульозу *M. bovis* у концентрації 3,0–7,0 % за експозиції 24 години. Препарат «DOROSEPT SUPER» може бути застосований для проведення профілактичної та вимушеної дезінфекції приміщень у благополучних і неблагополучних щодо туберкульозу великої рогатої худоби сільськогосподарських підприємствах як 3,0 % водний розчин за експозиції 24 години з розрахунку 1000 мл/м².

Перспективи подальших досліджень. Для більш детального з'ясування бактерицидної дії препарату «DOROSEPT SUPER» будуть проведені дослідження на виробництві.

References

1. Zavhorodni, A. I., Stehni, B. T., Palii, A. P., Horzheiev, V. M., & Smirnov, A. M. (2013). *Naukovi ta praktychni aspekty dezinfektsii u veterynarnii medytsyni*. Kharkiv: FOP Brovin O. V. [In Ukrainian].
2. Paliy, A. P. (2018). Efektyvnist antybakterialnoi dii dezinfikuiuchoho zasobu «Ekotsyd S» shchodo mikobakterii. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 141–147. doi: 10.15421/2018_198 [In Ukrainian].
3. Abreu, A. C., Tavares, R. R., Filipe, A. B., & Simões, M. M. (2013). Current and emergent strategies for disinfection of hospital environments. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 68 (12), 2718–2732. doi: 10.1093/jac/dkt281.
4. Abubakar, I., Lipman, M., Mc Hugh, T. D., & Fletcher, H. (2016). Uniting to end the TB epidemic: advances in disease control from prevention to better diagnosis and treatment. *BMC Med.*, 14, 47. doi: 10.1186/s12916-016-0599-1.
5. Best, M., Sattar, S. A., Springthorpe, V. S., & Kennedy, M. E. (1990). Efficacies of selected disinfectants against *Mycobacterium tuberculosis*. *Journal of Clinical Microbiology*, 28 (10), 2234–2239. doi: 10.1128/jcm.28.10.2234-2239.1990.
6. Burgess, W., Margolis, A., Gibbs, S., Duarte, R.S., & Jackson, M. (2017). Disinfectant Susceptibility Profiling of Glutaraldehyde-Resistant Nontuberculous *Mycobacteria*. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 38 (7), 784–791. doi: 10.1017/ice.2017.75.
7. Clark, S., Hall, Y., & Williams, A. (2014). Animal Models of Tuberculosis: Guinea Pigs. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 5 (5), a018572–a018572. doi: 10.1101/cshperspect.a018572.
8. Cortesia, C., Bello, T., Lopez, G., Franzblau, S., de Waard, J., & Takiff, H. (2017). Use of green fluorescent protein labeled non-tuberculous mycobacteria to evaluate the activity quaternary ammonium compound disinfectants and antibiotics. *Brazilian Journal of Microbiology*, 48 (1), 151–158. doi: 10.1016/j.bjm.2016.09.009.
9. Cortesia, C., Lopez, G. J., de Waard, J. H., & Takiff, H. E. (2010). The use of quaternary ammonium disinfectants selects for persisters at high frequency from some species of non-tuberculous mycobacteria and may be associated with outbreaks of soft tissue infections. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 65 (12), 2574–2581. doi: 10.1093/jac/dkq366.

10. Cortesia, C., Vilchèze, C., Bernut, A., Contreras, W., Gómez, K., de Waard, J., Jacobs W. R. Jr, Kremer L., & Takiff, H. (2014). Acetic Acid, the Active Component of Vinegar, Is an Effective Tuberculocidal Disinfectant. *mBio*, 5 (2). doi: 10.1128/mbio.00013-14.
11. Gortázar, C., Fernández-Calle, L. M., Collazos-Martínez, J. A., Mínguez-González, O., & Acevedo, P. (2017). Animal tuberculosis maintenance at low abundance of suitable wildlife reservoir hosts: A case study in northern Spain. *Preventive Veterinary Medicine*, 146, 150–157. doi: 10.1016/j.prevetmed.2017.08.009.
12. Cozad, A., & Jones, R. D. (2003). Disinfection and the prevention of infectious disease. *Am J Infect Control*, 31 (4), 243–254.
13. Griffiths, P. A., Babb, J. R., & Fraiese, A. P. (1999). Mycobactericidal activity of selected disinfectants using a quantitative suspension test. *Journal of Hospital Infection*, 41 (2), 111–121. doi: 10.1016/s0195-6701(99)90048-8.
14. Mphahlele, M., Dharmadhikari, A. S., Jensen, P. A., Rudnick, S. N., van Reenen, T. H., Pagano, M. A., Leuschner, W., Sears, T. A., Milonova, S. P., van der Walt, M., Stoltz, A. C., Weyer, K., & Nardell, E. A. (2015). Institutional Tuberculosis Transmission. Controlled Trial of Upper Room Ultraviolet Air Disinfection: A Basis for New Dosing Guidelines. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 192(4), 477–484. doi: 10.1164/rccm.201501-0060oc.
15. Paliy, A. P., Ishchenko, K. V., Marchenko, M. V., Paliy, A. P., & Dubin, R. A. (2018). Effectiveness of aldehyde disinfectant against the causative agents of tuberculosis in domestic animals and birds. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 845–850. doi: 10.15421/2018_283.
16. Palmer, M. V., & Waters, W. R. (2011). Bovine Tuberculosis and the Establishment of an Eradication Program in the United States: Role of Veterinarians. *Veterinary Medicine International*, 2011, 1–12. doi: 10.4061/2011/816345.
17. Scanlon, M. P., & Quinn, P. J. (2000). Inactivation of *Mycobacterium bovis* in cattle slurry by five volatile chemicals. *Journal of Applied Microbiology*, 89 (5), 854–861. doi: 10.1046/j.1365-2672.2000.01190.x.
18. Shinoda, N., Mitarai, S., Suzuki, E., & Watanabe, M. (2016). Disinfectant-susceptibility of multi-drug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* isolated in Japan. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 5 (1). doi: 10.1186/s13756-016-0102-y.
19. Wang, J., Sui, M., Yuan, B., Li, H., & Lu, H. (2019). Inactivation of two *Mycobacteria* by free chlorine: Effectiveness, influencing factors, and mechanisms. *Science of The Total Environment*, 648, 271–284. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.451.
20. Zhan, L., Tang, J., Sun, M., & Qin, C. (2017). Animal Models for Tuberculosis in Translational and Precision Medicine. *Frontiers in Microbiology*, 8, 717. doi: 10.3389/fmicb.2017.00717.
21. Zumla, A., Chakaya, J., Centis, R., D'Ambrosio, L., Mwaba, P., Bates, M., Kapata, N., Nyirenda, T., Chanda, D., Mfinanga, S., Hoelscher, M., Maeurer, M., & Migliori, G.B. (2015). Tuberculosis treatment and management—an update on treatment regimens, trials, new drugs, and adjunct therapies. *The Lancet Respiratory Medicine*, 3 (3), 220–234. doi: 10.1016/s2213-2600(15)00063-6.

Стаття надійшла до редакції 22.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Палій А. П., Завгородній А. І., Бондарчук А. О. Бактерицидні властивості засобу «DOROSEPT SUPER» щодо мікобактерій. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 159–165.

© Палій Анатолій Павлович, Завгородній Андрій Іванович, Бондарчук Андрій Олександрович, 2019

TOXIC- BIOLOGICAL ASSESSMENT OF SLAUGHTER ANIMAL MEAT AT TREATING WITH DETERGENT-DISINFECTION AGENTS IN PRODUCTION AND TURNOVER

N. M. Bogatko,

ORCID ID: [0000-0002-1566-1026](https://orcid.org/0000-0002-1566-1026), E-mail: nadiyabogatko@ukr.net,

Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1, Soborna Square, Bila Tserkva, Kyiv region, 09117, Ukraine.

Studies have established the toxic-biological evaluation of beef, pork, lamb, and goat meat when treating it with detergent-disinfection agents at production facilities, storing at wholesale depots, and for selling in supermarkets and agro-markets through the test-object culture of *Tetrachymena pyriformis* infusoria. Experimental samples of meat of slaughtered animals frozen for production and storage at wholesale depots at temperatures of -2 to -3 °C for 21–22 days; for the sale of chilled meat in supermarkets at a temperature of 4 ± 2 °C for 3–4 days; for sales in the agro-food markets of meat chilled at temperatures from 0 to 6 °C for 3–4 days, corresponded to doubtful freshness in terms of organoleptic, physical-chemical and microscopic parameters. Express methods were established for meat production facilities: of 12 beef samples – 4 samples were treated with a formalin solution with a mass fraction of 10 %; 15 samples of pork – 6 samples were treated with a solution of hydrogen peroxide with a mass fraction of 5 %; at wholesale depots: of 13 beef samples – 5 samples were treated with chlorine solution (chlorine activity of 3 %); of 14 samples of pork – 8 samples were treated with alkaline detergents, and of 8 samples of lamb – 3 samples were treated with a solution of potassium permanganate with a mass concentration of 5 %. Toxic meat was found by treating beef with a solution of formalin (10 %) – 11.31 %, which was characterized by a decrease in the infusoria number by 8.84 times ($p < 0.1$) and chlorine solution (chlorine activity of 3 %) – 16.01 %, which in the indicators was characterized by a probable decrease in the infusoria number by 6.25 times ($p < 0.001$) as compared with the control indicators. The toxicity percentage after treating pork with a solution of hydrogen peroxide (5 %) – 41.22 % was slightly higher, which in the indicators was characterized by a probable decrease in the infusoria number of by 2.43 times ($p < 0.001$); and alkaline detergents - 32.91 %, which in the indicators was characterized by a probable decrease in the infusoria number by 3.04 times ($p < 0.001$); and lamb with a solution of potassium permanganate (5 %) – 37.77 %, which in the indicators was characterized by a probable decrease in the infusoria number by 2.65 times ($p < 0.001$) in comparison with the control indicators. The smallest biological value of meat was noted in beef treated with formalin solution (10 %) at the meat production capacity of 42.92 %, where the infusoria number significantly decreased by 2.33 times ($p < 0.001$) as compared with the control indicators. The highest biological value among meat treated with detergents was observed in pork for storage at capacity and was treated with a solution of hydrogen peroxide (5 %) – in 60.00 %, where the infusoria number was significantly reduced by 1.67 times ($p < 0.001$) as compared with the control indices. Beef sold in the supermarket at 4 ± 2 °C for 3–4 days and treated with sodium bicarbonate solution was slightly toxic (67.88 %) as compared with the control (100 % non-toxic), which was characterized by a significant decrease in infusoria number – by 1.47 times ($p < 0.01$). The study also found that toxic were: pork treated with a solution of hydrogen peroxide (5 %) – 42.45 %, which was characterized by a probable decrease in the infusoria number by 2.36 times ($p < 0.001$); goat meat treated with a solution of potassium permanganate (5 %) – 24.56 %, which in the indicators was characterized by a probable decrease in the infusoria number by 4.07 times ($p < 0.001$) as compared with the control indicators. The most toxic meat was found at treating lamb meat with alkaline disinfectants – 13.62 %, which was characterized by 7.34 times decrease ($p < 0.1$) in the infusoria number as compared with the control parameter. Chilled meat, which was sold on the agro-food market at temperatures from 0 to 6 °C for 3–4 days, was also toxic and accordingly amounted to percentages: beef treated with chlorine

solution (chlorine activity 3 %) – 17.11 %, which in the indicators was characterized by a probable decrease in the infusoria number by 5.84 times ($p < 0.001$); pork treated with alkaline detergents – 19.84 %, which in the indicators was characterized by a probable decrease in the infusoria number by 5.04 times ($p < 0.001$); lamb meat treated with a solution of potassium permanganate (5 %) – 32.69 %, which in the indicators was characterized by a probable decrease in the infusoria number by 3.06 times ($p < 0.01$), and goat meat treated with a solution of acetic acid (10 %) – 45.15 %, which in the indicators was characterized by a probable decrease in the infusoria number of by 2.21 times ($p < 0.01$) as compared with the control indicators. Under microscopy, droplets of culture for 24 hours of toxic meat of slaughtered animals at treating with detergent-disinfection agents were observed cell death, reduced reproduction, the presence of cysts, deformed cells; in low-toxic beef – the inhibition of infusoria growth, decrease in activity and mobility (unnatural movements), small number of deformed cells.

Key words: beef, pork, lamb, goat meat, detergent-disinfection agents, meat production facilities, wholesale depots, supermarkets, agro-food markets.

ТОКСИКО-БІОЛОГІЧНА ОЦІНКА М'ЯСА ЗАБІЙНИХ ТВАРИН ЗА УМОВИ ОБРОБЛЕННЯ МИЙНО-ДЕЗІНФІКУЮЧИМИ ЗАСОБАМИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТА ОБІГУ

Н. М. Богатко,

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

За результатами досліджень встановлений високий ступінь токсичності за використання інфузорії *Tetrachylena rugiformis* у яловичині, обробленої розчином формаліну на потужності з виробництва за температури від -2 до -3 °C на 21–22 добу – 11,31 %; у яловичині, обробленої розчином хлору за умови зберігання на оптових базах за температури -2 до -3 °C на 21–22 добу – 16,01 % та при реалізації на агропродовольчих ринках за температури від 0 до 6 °C на 3–4 добу – 17,11 %; у свинині, обробленої лужними мийними засобами – 19,84 %, та в баранині, обробленої лужними дезінфікуючими засобами при реалізації в супермаркеті за температури 4 ± 2 °C на 3–4 добу – 13,62 %. Токсична козлятина була виявлена при реалізації в супермаркеті і на агропродовольчих ринках за умови оброблення розчином калію перманганатом і розчином оцтової кислоти відповідно – 24,56 і 45,15 %. Слаботоксична яловичина була виявлена за умови оброблення розчином натрію гідрокарбонату при реалізації в супермаркеті за температури 4 ± 2 °C на 3–4 добу – 67,88 %.

Найменша відносна біологічна цінність м'яса відмічалася в яловичині, обробленій розчином формаліну (10 %) на потужності з виробництва м'яса у 42,92 %, де кількість інфузорій вірогідно знижувалася у 2,33 рази ($p < 0,001$) порівняно до показників контролю; та в баранині, обробленій розчином калію перманганату (5 %), що зберігалася на оптовій базі, у 46,17 %, де кількість інфузорій вірогідно знижувалася у 2,17 рази ($p < 0,001$) порівняно до показників контролю, а найвища біологічна цінність серед м'яса обробленого мийно-дезінфікуючими засобами спостерігалася у свинині за умови оброблення розчином пероксиду водню (5 %) – у 60,00 %. У разі реалізації в супермаркетах найменша відносна біологічна цінність була в баранині, обробленій лужними дезінфікуючими засобами – 43,27 %, що характеризувалося достовірним зменшенням кількості інфузорій у 2,31 рази ($p < 0,001$) порівняно до показників контролю; а найменша біологічна цінність свинини за умови реалізації на агропродовольчому ринку у разі оброблення лужними мийними засобами – 44,20 %, що характеризувалося достовірним зменшенням кількості інфузорій у 2,26 рази ($p < 0,001$) порівняно до показників контролю.

Ключові слова: яловичина, свинина, баранина, козлятина, мийно-дезінфікуючі засоби, потужності з виробництва м'яса, оптові бази, супермаркети, агропродовольчі ринки.

ТОКСИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЯСА УБОЙНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ОБРАБОТКЕ МОЮЩЕ-ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ОБОРОТЕ

Н. М. Богатко,

Белоцерковский национальный аграрный университет, г. Белая Церковь, Украина

В результате проведенных исследований была установлена высокая мера токсичности при испо-

льзованні інфузорії *Tetrachymena pyriformis* в говядині, обробленої розчином формаліну на підприємстві по виробництві м'яса при температурі від -2 до -3 °С на 21–22 доби – 11,31 %; в говядині, обробленої розчином хлору при зберіганні на оптових базах при температурі від -2 до -3 °С на 21–22 доби – 16,01 % і при реалізації на агропродовольствених ринках при температурі від 0 до 6 °С на 3–4 доби – 17,11 %; в свинині, обробленої щелочними миючими засобами – 19,84 %, і в баранині, обробленої щелочними дезінфікуючими засобами при реалізації в супермаркеті при температурі 4 ± 2 °С на 3–4 доби – 13,62 %. Токсична козятина була виявлена при реалізації в супермаркеті і на агропродовольствених ринках при обробці розчином калію перманганатом і розчином оцтової кислоти відповідно – 24,56 і 45,15 %. Слаботоксична говядина була виявлена при обробці розчином натрію гідрокарбонату при реалізації в супермаркеті при температурі 4 ± 2 °С на 3–4 доби – 67,88 %. Найменша відносна біологічна цінність м'яса відзначалася в говядині, обробленої розчином формаліну (10 %) на підприємстві по виробництві м'яса – 42,92 % ($p < 0,001$) і в баранині, обробленої розчином калію перманганату (5 %), яка зберігалася на оптовій базі – 46,17 % ($p < 0,001$), а більш висока біологічна цінність серед м'яса, обробленого миюще-дезінфікуючими засобами, спостерігалася в свинині при обробці розчином перекису водню (5 %) – в 60,00 % ($p < 0,001$). При реалізації в супермаркетах найменша відносна біологічна цінність була виявлена в баранині, обробленої щелочними дезінфікуючими засобами – 43,27 % ($p < 0,001$), а найменша біологічна цінність свинини при реалізації на агропродовольствених ринках при обробці щелочними миючими засобами – 44,20 % ($p < 0,001$).

Ключові слова: говядина, свинина, баранина, козятина, миюще-дезінфікуючі засоби, підприємства з виробництва м'яса, оптові бази, супермаркети, агропродовольственні ринки.

Вступ

Забезпечення населення держави достатньою кількістю м'яса забійних тварин – не єдина проблема, що стоїть перед людством у галузі харчування [1]. Наразі споживач стає вибагливим до безпечності та якості харчових продуктів, а саме: яловичини, свинини, баранини і козятини, які виробляються і зберігаються, а також реалізуються в супермаркетах та на агропродовольчих ринках [2]. За порушення санітарно-гігієнічних умов і термінів зберігання і реалізації м'яса забійних тварин трапляються випадки економічно вмотивованого шахрайства через харчові продукти – навмисної контамінації м'яса мийно-дезінфікуючими засобами для подовження реалізації й приховування його псування [3]. Саме тому оператори ринку з виробництва та обігу м'яса забійних тварин повинні застосовувати систему VACCP, яка разом із системами TACCP і HACCP формує комплексний підхід щодо гарантування отримання пересічними споживачами безпечного й невідомого харчового продукту [4, 5].

Залишки мийно-дезінфікуючих засобів у м'ясі забійних тварин негативно впливають на організм споживача, спричиняючи денатурацію білків м'яса [6], зниження вмісту жиру, токсично впливаючи таким чином на кишківник, порушення метаболізму, алергічні реакції тощо [7, 8].

Якість м'яса забійних тварин характеризується їх хімічним складом, фізичними й органолептичними показниками, а також біологічною цінністю. Застосування у практиці непрямих методів (хімічних і фізичних) досить часто дають результати, які не збігаються з даними біологічної цінності, що проводиться безпосередньо на живому тест-організмі – *Tetrachymena pyriformis*, який значною мірою реагує на дію хімічних і біологічних чинників адекватно ссавцям, і можна отримати вірогідну інформацію, застосовуючи цю культуру [9].

Тому встановити токсичний вплив залишків мийно-дезінфікуючих засобів, які наявні у разі оброблення м'яса забійних тварин за умов виробництва та обігу, на живі тест-об'єкти та визначити їх біологічну цінність можна за допомогою методу біологічної оцінки, використовуючи інфузорії *Tetrachymena pyriformis*.

Мета роботи: встановити токсико-біологічну оцінку м'яса забійних тварин за умов виробництва та обігу у разі наявності оброблення мийно-дезінфікуючими засобами з використанням інфузорій *Tetrachymena pyriformis*.

Завдання дослідження: обґрунтувати доцільність використання токсико-біологічної оцінки м'яса забійних тварин для встановлення оброблення мийно-дезінфікуючими засобами, використовуючи інфузорії *Tetrachymena pyriformis* за умов виробництва на потужностях і оптових базах за температури від -2 до -3 °С (приморожене м'ясо), відносної вологості 90 % упродовж 20, 21–22 доби та обігу: за умов реалізації в супермаркетах м'яса охолодженого за температури реалізації 4 ± 2 °С за віднос-

ної вологості 85 % на 2 та 3–4 доби і на агропродовольчих ринках м'яса охолодженого за температурою від 0 до 6 °C на 2 та 3–4 доби.

Матеріали і методи досліджень

Була проведена токсико-біологічна оцінка м'яса забійних тварин (яловичини, свинини, баранини, козлятини) у разі оброблення мийно-дезінфікуючими засобами на потужностях з їх виробництва (ТОВ «Баварія, ТОВ «Київський м'ясокомбінат») та обігу (оптові бази, супермаркети «АТБ», «ЕКО-маркет», агропродовольчі ринки) Київської області в умовах акредитованих Центральної випробувальної державної лабораторії Держпродспоживслужби в Київській області та м. Києві та лабораторії ветеринарно-санітарної експертизи, гігієни продукції тваринництва кафедри ветеринарно-санітарної експертизи, гігієни продуктів тваринництва та патологічної анатомії імені Й. С. Загаєвського та кафедри ветеринарно-санітарної експертизи Інституту післядипломного навчання керівників і спеціалістів ветеринарної медицини Білоцерківського НАУ.

Загальна кількість досліджуваних проб м'яса забійних тварин складала: на потужності з виробництва м'яса примороженого за температури від -2 до -3°C на 20 (контрольні проби) та 21–22 доби (дослідні проби), відносної вологості 90 %): яловичини – 12, свинини – 15; на оптових базах м'яса примороженого (за температури від -2 до -3°C на 20 (контрольні проби) та 21–22 доби (дослідні проби), відносної вологості 90 %): яловичини – 13, свинини – 14, баранини – 8; у супермаркетах м'яса охолодженого (за температури реалізації 4±2 °C за відносної вологості 85 % на 2 (контрольні проби) та 3–4 доби (дослідні проби): яловичини – 10, свинини – 11, баранини – 8, козлятини – 7; на агропродовольчих ринках м'яса охолодженого (за температури від 0 до 6 °C на 2 (контрольні проби) та 3–4 доби (дослідні проби): яловичини – 18, свинини – 22, баранини – 7, козлятини – 7.

На основі проведених загальноприйнятих методик досліджень було встановлено, що дослідні зразки м'яса забійних тварин примороженого за виробництва на потужностях і зберігання на оптових базах за температури від -2 до -3°C на 21–22 добу; за реалізації м'яса охолодженого в супермаркетах за температури реалізації 4±2 °C на 3–4 добу; за реалізації на агропродовольчих ринках м'яса охолодженого за температури від 0 до 6 °C на 3–4 добу, відповідали сумнівній свіжості за органолептичними, фізико-хімічними та мікроскопічними показниками [10, 11].

Визначення фальсифікації м'яса забійних тварин за оброблення мийно-дезінфікуючими засобами (розчином формаліну (10 %); розчином хлору (активність 3 %); розчином пероксиду водню (5 %); розчином калію перманганату (5 %); розчином оцтової кислоти (10 %); лужними мийними та дезінфікуючими засобами проводили при використанні експрес-методів згідно з науково-методичними рекомендаціями [12].

Токсико-біологічну оцінку м'яса забійних тварин у разі оброблення їх мийно-дезінфікуючими засобами проводили згідно з методичними вказівками [9], використовуючи лабораторний штам інфузорії *Tetrachymena pyriformis* штаму W-14. Оцінку токсичності досліджуваних зразків м'яса (контроль та дослід) визначали за наявністю інфузорій *Tetrachymena pyriformis*, що змінили форму, характер руху, мали пригнічений ріст, а також відмічали повну або часткову загибель клітин. Наявність мертвих або деформованих клітин, зміна характеру руху, пригнічення росту й розмноження інфузорій порівняно з контрольними зразками м'яса забійних тварин було ознакою токсичності досліджуваних зразків м'яса забійних тварин за наявності оброблення їх мийно-дезінфікуючими засобами.

Токсичне м'ясо забійних тварин у разі оброблення мийно-дезінфікуючими засобами (від 0 до 50 % за кількістю інфузорій) характеризувалося: значна загибель клітин, зниження розмноження, зміна форми (наявність цист, деформованих клітин); **слаботоксичне** м'ясо (80–50 %): пригнічення росту інфузорій, зниження активності та рухливості (неприродні рухи), незначна кількість деформованих клітин; **не токсичне** м'ясо забійних тварин (100–80 %) – наявність активних, рухливих інфузорій, які розмножувалися, та відсутність загибелі інфузорій та інших патологічних змін.

Відносну біологічну цінність м'яса забійних тварин визначали за відношенням показника біологічної цінності досліджуваного харчового продукту до показника біологічної цінності контрольного (стандартного) продукту, що виражається у відсотках. Розрахунок проводиться за формулою: $ВБЦ = (I_d : I_k) \times 100$, де I_d – кількість інфузорій в середовищі дослідної проби; I_k – кількість інфузорій в середовищі контрольної проби.

Результати та їх обговорення

За проведення токсико-біологічної оцінки яловичини, свинини, баранини, козлятини для встановлення оброблення їх мийно-дезінфікуючими засобами за виробництва на потужностях, зберігання на оптових базах й у разі реалізації в супермаркетах і агропродовольчих ринках на культурі інфузорії *Tetrachylena pyriformis*.

Експрес-методами було встановлено, що на потужностях з виробництва м'яса: із 12 проб яловичини – 4 проби були оброблені розчином формаліну з масовою часткою 10 %; із 15 проб свинини – 6 проб оброблені розчином перексиду водню з масовою часткою 5 %; на оптових базах: із 13 проб яловичини – 5 проб були оброблені розчином хлору (активність хлору 3 %); з 14 проб свинини – 8 проб оброблені лужними мийними засобами та з 8 проб баранини – 3 проби оброблені розчином калію перманганату з масовою концентрацією 5 %.

Результати дослідження представлено у рисунку 1.

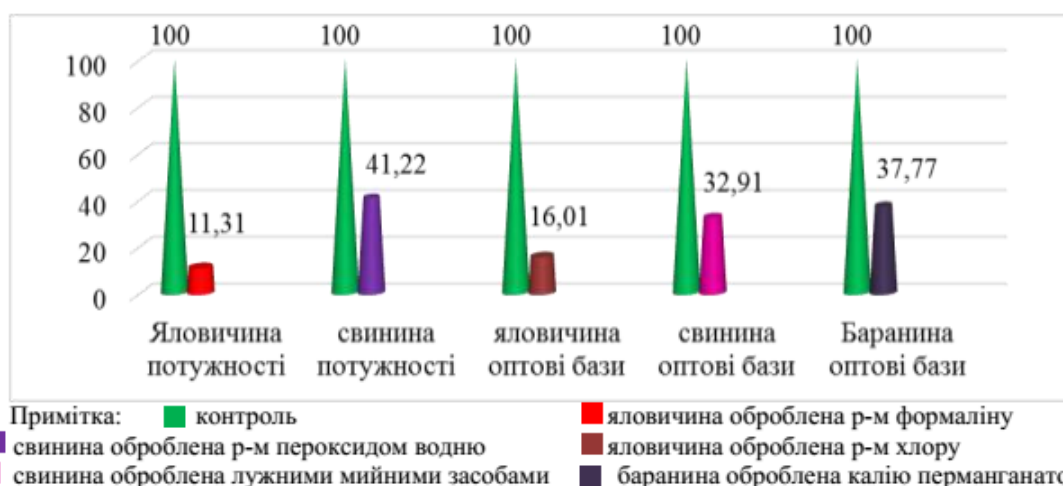


Рис. 1. Токсичність м'яса забійних тварин за умови оброблення мийно-дезінфікуючими засобами за виробництва та зберігання (%)

Як видно з рис. 1, м'ясо забійних тварин, що було оброблено мийно-дезінфікуючими засобами порівняно до контролю (100 % – не токсичне) на потужностях з виробництва та оптових базах за температури від -2 до -3 на 21–22 добу було токсичним у відсотках за кількістю клітин інфузорій *Tetrachylena pyriformis*. Найбільш токсичне м'ясо було у разі оброблення яловичини розчином формаліну (10 %) – 11,31 %, що в показниках характеризувалося зменшенням кількості клітин інфузорій у 8,84 рази ($p < 0,1$) і розчином хлору (активність хлору 3 %) – 16,01 %, що в показниках характеризувалося вірогідним зменшенням кількості клітин інфузорій у 6,25 рази ($p < 0,001$) порівняно до показників контролю.

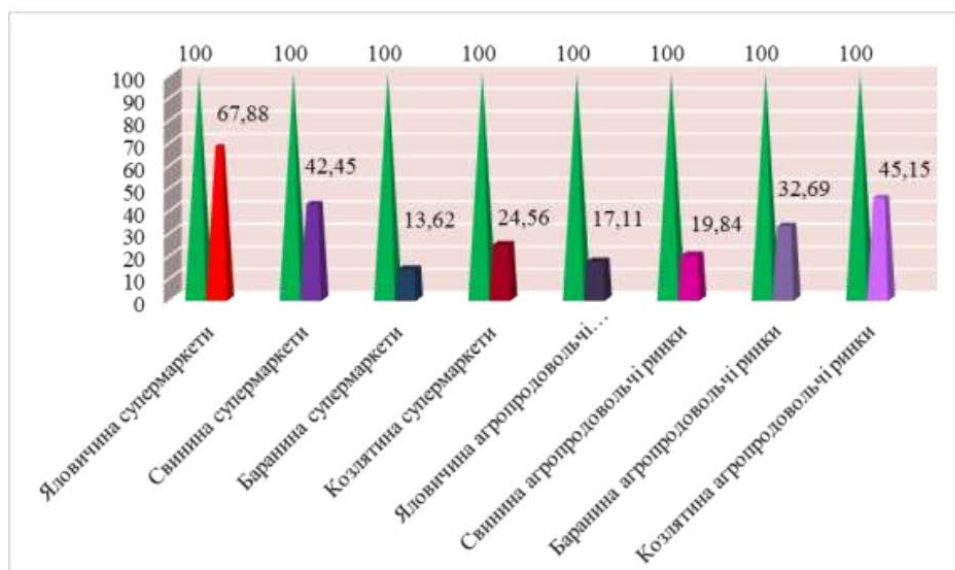
Дещо вищим був відсоток токсичності за оброблення свинини розчином перексиду водню (5 %) – 41,22 %, що в показниках характеризувалося вірогідним зменшенням кількості інфузорій у 2,43 рази ($p < 0,001$); та лужними мийними засобами – 32,91 %, що в показниках характеризувалося вірогідним зменшенням кількості клітин інфузорій у 3,04 рази ($p < 0,001$); а також баранини розчином калію перманганатом (5 %) – 37,77 %, що в показниках характеризувалося вірогідним зменшенням кількості інфузорій у 2,65 рази ($p < 0,001$) порівняно до показників контролю.

За мікроскопії краплі культури інфузорій на 24 годину токсичного м'яса забійних тварин, обробленого мийно-дезінфікуючими засобами, спостерігали загибель клітин, зниження розмноження, наявність цист, деформованих клітин.

Дослідження також було встановлено, що при реалізації в супермаркетах м'яса охолодженого: із 10 проб – 7 проб було оброблено розчином натрію гідрокарбонатом за температури 4 ± 2 °C на 3–4 добу; із 11 проб свинини – 8 проб оброблено розчином перексиду водню на 3–4 добу; із 8 проб баранини – 4 проби оброблено лужними дезінфікуючими засобами на 3–4 добу; із 7 проб козлятини – 4 проби оброблені розчином калію перманганату з масовою концентрацією 5 % на 3–4 добу. У разі реалізації на агропродовольчих ринках м'яса охолодженого: із 12 проб яловичини – 6 проб оброблені розчином хлору (активність хлору 3 %) за температури від 0 до 6 °C на 3–4 добу; із 22 проб свинини – 15 проб оброблені лужними мийними засобами на 3–4 добу; із 7 проб баранини – 4 проби оброблені

розчином калію перманганату з масовою концентрацією 5 % на 3–4 добу; із 7 проб козлятини – 4 проби оброблені розчином оцтової кислоти з масовою концентрацією 10 % на 3–4 добу.

Результати дослідження представлено у рисунку 2.



Примітка: ■ – контроль ■ – яловичина оброблена розчином натрію гідрокарбонату; ■ – свинина оброблена розчином перексиду водню; ■ – баранина оброблена лужними дезінфікуючими засобами; ■ – козлятина оброблена розчином калію перманганату; ■ – яловичина оброблена розчином хлору; ■ – свинина оброблена лужними мийними засобами; ■ – баранина оброблена розчином калію перманганату; ■ – козлятина оброблена розчином оцтової кислоти.

Рис. 2. Токсичність м'яса забійних тварин за умови оброблення мийно-дезінфікуючими засобами при реалізації у супермаркетах і на агропродовольчих ринках (%)

Як видно з рис. 2, яловичина, що була реалізована в супермаркеті за температури 4 ± 2 °C на 3–4 добу та оброблена розчином натрію гідрокарбонатом була слаботоксичною (67,88 %) порівняно до контролю (100 % – не токсичне), що в показниках характеризувалося вірогідним зменшенням кількості клітин інфузорій у 1,47 рази ($p < 0,01$).

Окрім того встановлено, що токсичними були: свинина, оброблена розчином перексиду водню (5 %) – 42,45 %, що в показниках характеризувалося вірогідним зменшенням кількості клітин інфузорій у 2,36 рази ($p < 0,001$); козлятина, оброблена розчином калію перманганатом (5 %) – 24,56 %, що в показниках характеризувалося вірогідним зменшенням кількості клітин інфузорій у 4,07 рази ($p < 0,001$) порівняно до показників контролю.

Найбільш токсичним було м'ясо баранини за оброблення лужними дезінфікуючими засобами – 13,62 %, що в показниках характеризувалося зменшенням кількості клітин інфузорій у 7,34 рази ($p < 0,1$) порівняно до показників контролю.

М'ясо охолоджене, яке було реалізоване на агропродовольчому ринку за температури від 0 до 6 °C на 3–4 добу також було токсичне й відповідно становило у відсотках: яловичина, оброблена розчином хлору (активність хлору 3 %), – 17,11 %; що в показниках характеризувалося вірогідним зменшенням кількості клітин інфузорій у 5,84 рази ($p < 0,001$); свинина, оброблена лужними мийними засобами, – 19,84 %, що в показниках характеризувалося вірогідним зменшенням кількості клітин інфузорій у 5,04 рази ($p < 0,001$); баранина, оброблена розчином калію перманганатом (5 %), – 32,69 %, що в показниках характеризувалося вірогідним зменшенням кількості клітин інфузорій у 3,06 рази ($p < 0,01$), і козлятина, оброблена розчином оцтовою кислоти (10 %), – 45,15 %, що в показниках характеризувалося вірогідним зменшенням кількості клітин інфузорій у 2,21 рази ($p < 0,01$) проти показників контролю.

За мікроскопії краплі культури інфузорій на 24 годину токсичного м'яса забійних тварин у разі оброблення мийно-дезінфікуючими засобами спостерігали загибель клітин, зниження розмноження, наявність цист, деформованих клітин; у слаботоксичній яловичині – пригнічення росту інфузорій, зниження активності та рухливості (неприродні рухи), незначна кількість деформованих клітин.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Необхідно відмітити, що в контрольних зразках м'яса забійних тварин примороженого за виробництва та зберігання за температури від -2 до -3 на 20 добу; та реалізації охолодженого м'яса в супермаркеті за температури 4 ± 2 °C, відносної вологості 85 % на 2 добу, а також охолодженого м'яса на агропродовольчих ринках за температури від 0 до 6 °C на 2 добу, за мікроскопії було встановлено живі інфузорії, які активно рухалися і розмножувалися, не було виявлено інфузорій з неприродними рухами, патологічними змінами або малорухливих.

У таблиці 1 представлено результати встановлення відносної біологічної цінності м'яса забійних тварин за умови оброблення мийно-дезінфікуючими засобами при виробництві на потужностях та зберіганні на оптових базах за допомогою інфузорій *Tetrachymena pyriformis*, враховуючи їхню рухливість та морфологію.

1. Відносна біологічна цінність м'яса забійних тварин за умови оброблення мийно-дезінфікуючими засобами за виробництва та зберігання, $M \pm m$, $n=62$

Вид м'яса забійних тварин/кількість проб	Вид мийно-дезінфікуючого засобу	Кількість клітин інфузорій в 1 см ³ середовища	Відносна біологічна цінність, %
Потужності з виробництва м'яса забійних тварин			
Яловичина необроблена (контроль), $n=8$	–	$(44,43 \pm 1,17) \times 10^4$	100,00
Яловичина, оброблена, $n=4$	розчин формаліну (10 %)	$(19,07 \pm 1,09) \times 10^4$ ***	42,92
Свинина (контроль), $n=9$	–	$(45,15 \pm 1,12) \times 10^4$	100,00
Свинина оброблена, $n=6$	розчин пероксиду водню (5 %)	$(27,09 \pm 1,13) \times 10^4$ ***	60,00
Оптові бази			
Яловичина необроблена (контроль), $n=8$	–	$(43,76 \pm 1,12) \times 10^4$	100,00
Яловичина, оброблена, $n=5$	розчин хлору (активність хлору 3 %)	$(20,99 \pm 1,16) \times 10^4$ ***	47,96
Свинина (контроль), $n=6$	–	$(46,24 \pm 2,06) \times 10^4$	100,00
Свинина оброблена, $n=8$	лужні мийні засоби	$(21,92 \pm 1,34) \times 10^4$ ***	47,40
Баранина (контроль), $n=5$	–	$(43,06 \pm 1,65) \times 10^4$	100,00
Баранина оброблена, $n=3$	розчином калію перманганату (5 %)	$(19,88 \pm 1,11) \times 10^4$ ***	46,17

Примітка: *** – $p < 0,001$

Згідно з даними таблиці 1, встановлено, що приморожене м'ясо забійних тварин за температури від -2 до -3 на 21–22 добу на потужностях з виробництва і зберігання, і яке було оброблене різними мийно-дезінфікуючими засобами, мало низький показник відносної біологічної цінності від 42,92 до 60,00 % порівняно до показників контролю.

Найменша біологічна цінність м'яса відмічалася в яловичині, обробленій розчином формаліну (10 %) на потужності з виробництва м'яса у 42,92 %, де кількість інфузорій вірогідно знижувалася у 2,33 рази ($p < 0,001$) проти показників контролю; та у баранині, обробленій розчином калію перманганату (5 %), що зберігалася на оптовій базі, у 46,17 %, де кількість інфузорій вірогідно знижувалася у 2,17 рази ($p < 0,001$) проти показників контролю. Найвища біологічна цінність серед м'яса обробленого мийно-дезінфікуючими засобами спостерігалася у свинині за умови зберігання на потужності і була обробленою розчином пероксиду водню (5 %) – у 60,00 %, де кількість інфузорій вірогідно знижувалася у 1,67 рази ($p < 0,001$) проти показників контролю.

Майже однакові показники відносної біологічної цінності були виявлені в яловичині, обробленій розчином хлору (активність хлору 3 %), і свинині, обробленій лужними мийними засобами на оптових базах – 47,96 і 47,40 %, де відповідно кількість інфузорій вірогідно знижувалася у 2,08 рази ($p < 0,001$) та 2,11 рази ($p < 0,001$) проти показників контролю.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

2. Відносна біологічна цінність м'яса забійних тварин за умови оброблення мийно-дезінфікуючими засобами при реалізації у супермаркетах та на агропродовольчих ринках, $M \pm m, n=84$

Вид м'яса забійних тварин/кількість проб	Вид мийно-дезінфікуючого засобу	Кількість живих інфузорій в 1 см ³ середовища	Відносна біологічна цінність, %
Супермаркети			
Яловичина необроблена (контроль), n=3	–	$(40,27 \pm 1,24) \times 10^4$	100,00
Яловичина, оброблена, n=7	розчин натрію гідрокарбонату	$(24,76 \pm 1,15) \times 10^4$ ***	61,48
Свинина (контроль), n=3	–	$(42,20 \pm 1,21) \times 10^4$	100,00
Свинина оброблена, n=8	розчин пероксиду водню (5 %)	$(23,28 \pm 1,11) \times 10^4$ ***	55,17
Баранина (контроль), n=4	–	$(43,89 \pm 1,44) \times 10^4$	100,00
Баранина оброблена, n=4	лужні дезінфікуючі засоби	$(18,99 \pm 1,19) \times 10^4$ ***	43,27
Козлятина (контроль), n=4	–	$(45,05 \pm 1,03) \times 10^4$	100,00
Козлятина оброблена, n=3	розчин калію перманганату (5 %)	$(19,99 \pm 1,22) \times 10^4$ ***	44,37
Агропродовольчі ринки			
Яловичина необроблена (контроль), n=12	–	$(45,31 \pm 1,22) \times 10^4$	100,00
Яловичина, оброблена, n=6	розчин хлору (активність хлору 3 %)	$(20,87 \pm 1,12) \times 10^4$ ***	46,06
Свинина (контроль), n=7	–	$(43,73 \pm 1,29) \times 10^4$	100,00
Свинина оброблена, n=15	лужні мийні засоби	$(19,33 \pm 1,18) \times 10^4$ ***	44,20
Баранина (контроль), n=3	–	$(44,41 \pm 1,87) \times 10^4$	100,00
Баранина оброблена, n=4	розчин калію перманганату (5 %)	$(20,03 \pm 1,28) \times 10^4$ ***	45,10
Козлятина (контроль), n=3	–	$(44,86 \pm 1,51) \times 10^4$	100,00
Козлятина оброблена, n=4	Розчин оцтової кислоти (10 %)	$(21,77 \pm 1,23) \times 10^4$ ***	48,53

Примітка: *** – $p < 0,001$

Аналізуючи табл. 2, необхідно відмітити, що найменша відносна біологічна цінність м'яса у разі реалізації в супермаркетах, була виявлена в баранині, обробленій лужними дезінфікуючими засобами, – 43,27 %, що характеризувалося достовірним зменшенням кількості інфузорій *Tetrachylena pyriformis* у 2,31 рази ($p < 0,001$) порівняно до показників контролю. В яловичині обробленій, розчином натрію гідрокарбонату, кількість інфузорій вірогідно зменшувалася у 1,63 рази ($p < 0,001$), у свинині, обробленій розчином пероксиду водню (5 %), – у 1,81 рази ($p < 0,001$), козлятині, обробленій розчином калію перманганату (5 %), – у 2,25 рази ($p < 0,001$) проти показників контролю.

Встановлено, що найменшу біологічну цінність мала свинина за умови реалізації на агропродовольчому ринку у разі оброблення лужними мийними засобами – 44,20 %, що характеризувалося достовірним зменшенням кількості інфузорій у 2,26 рази ($p < 0,001$) порівняно до показників контролю. За результатами досліджень, у яловичині, обробленій розчином хлору (активність хлору 3 %), встановлено, що кількість інфузорій вірогідно зменшувалася у 2,17 рази ($p < 0,001$), у баранині, обробленій розчином калію перманганату (5 %), – у 2,22 рази ($p < 0,001$), козлятині, обробленій розчином оцтової кислоти (10 %), – у 2,06 рази ($p < 0,001$) проти показників контролю.

Варто відмітити, що культури інфузорій *Tetrachymena pyriformis* у досліджуваних пробах м'яса забійних тварин, оброблених мийно-дезінфікуючими засобами, за виробництва та обігу, при встановленні відносної біологічної цінності уповільнено рухалися, за морфології клітини мали патологічні зміни – вип'ячування, зморщування, значну вакуолізацію.

Наразі в Україні є чинним національне законодавство, яке забезпечує належний державний контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних вимог на потужностях з виробництва та обігу харчових продуктів, тому що багато проблем виникає на виробничому рівні стосовно діяльності системи НАССР [13], які пов'язані з санітарним станом виробництва та виконанням програм-передумов системи НАССР щодо ідентифікації небезпечних чинних, зокрема біологічних, фізичних і хімічних [14, 15].

На потужностях з виробництва та обігу, де були проведенні дослідження на встановлення оброблення м'яса забійних тварин мийно-дезінфікуючими засобами, необхідно встановити критичну точку контролю щодо виявлення хімічного небезпечного чинника для попередження навмисного забруднення харчових продуктів, що спричиняється людським фактором. Усі споживачі мають право на одержання безпечних, не фальсифікованих і не навмисно ушкоджених харчових продуктів, як регламентують вимоги Кодексу Аліментаріус [16, 17]. При реалізації споживачам м'ясних продуктів необхідно дотримуватися вимог щодо виробництва, зберігання, транспортування, пакування, етикетування, маркування й реалізації [18, 19].

Підтвердження відповідності харчових продуктів є складовою частиною державної політики, яка спрямована на гарантування безпеки людини, охорони довкілля, зокрема відповідності продукції за її якісними та показниками безпеки відповідно до національного законодавства [20].

Отже, на потужностях з виробництва і обігу м'яса забійних тварин (яловичини, свинини, баранини, козлятини) необхідно здійснювати державний ризик-орієнтований контроль за виявленням мийно-дезінфікуючих засобів, ідентифікувати їх та аналізувати шлях виникнення небезпечних хімічних чинників для запобігання зниження біологічної цінності цих видів м'яса.

Висновки

Високий ступінь токсичності виявлений у яловичині, обробленій розчином формаліну на потужності з виробництва за температури від -2 до -3°C на 21–22 добу – 11,31 %; у яловичині, обробленій розчином хлору в умовах зберігання на оптових базах за температури -2 до -3°C на 21–22 добу – 16,01 % та при реалізації на агропродовольчих ринках за температури від 0 до 6 °C на 3–4 добу – 17,11 %; у свинині, обробленій лужними мийними засобами, – 19,84 %, та в баранині, обробленій лужними дезінфікуючими засобами при реалізації в супермаркеті за температури 4±2 °C на 3–4 добу, – 13,62 %. Токсичну козлятину було виявлено при реалізації в супермаркеті й на агропродовольчих ринках за умови оброблення розчином калію перманганатом і розчином оцтової кислоти відповідно – 24,56 і 45,15 %. Слаботоксична яловичина була виявлена за умови оброблення розчином натрію гідрокарбонату при реалізації в супермаркеті за температури 4±2 °C на 3–4 добу – 67,88 %.

Найменша відносна біологічна цінність м'яса відмічалася в яловичині, обробленій розчином формаліну (10 %) на потужності з виробництва м'яса у 42,92 %, а найвища біологічна цінність серед м'яса, обробленого мийно-дезінфікуючими засобами, спостерігалася у свинині за умови оброблення розчином перексиду водню (5 %) – у 60,00 %. У разі реалізації в супермаркетах найменша відносна біологічна цінність була встановлена в баранині, обробленій лужними дезінфікуючими засобами, – 43,27 %, а за умови реалізації на агропродовольчих ринках найменша біологічна цінність була у свинині в разі оброблення лужними мийними засобами – 44,20 %.

Перспективи подальших досліджень. Встановити вміст амінокислот та жирних кислот у м'ясі забійних тварин за умови оброблення їх мийно-дезінфікуючими засобами та розробити комплексну систему простежуваності щодо інспектування санітарного стану та якості дезінфекції об'єктів ветеринарного нагляду на потужностях з виробництва та обігу.

References

1. Vozianov, O. F. (2002). Kharchuvannia ta zdorov'ia naselennia Ukrainy. *Zhurnal Akademii Medychnykh Nauk Ukrainy*, 8, 4, 645–657 [In Ukrainian].
2. Hasler, C. (1998) Functional Foods: their role in disease prevention and health promotion. *Food technology*, 52 (11), 63–70.
3. On approximation laws Member States relating to food supplement: Directive 2002/46/ EC European Parliament and Council 10 June 2002. *Official Journal of the European Communities*, L186, 27–32.

4. Hulebak, K. L., & Schlosser, W. (2002). Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) History and Conceptual Overview. *Risk Analysis*, 22 (3), 547–552. doi: 10.1111/0272-4332.00038.
5. Maudoux, J.-P., Saegerman, C., Rettigner, C., Houins, G., Van Huffel, X., & Berkvens, D. (2006). Food safety surveillance through a risk based control programme: Approach employed by the Belgian Federal Agency for the safety of the food chain. *Veterinary Quarterly*, 28 (4), 140–154. doi: 10.1080/01652176.2006.9695220.
6. Hasler, C. (2002) Functional food: benefits, concerns and challeges – a position paper from American Council on Science and Health. *Nutrition*, 132, 3772–3781.
7. Palou, A., Serra, F., & Pico, C. (2003). General aspects on the assessment of functional foods in the European Union. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57 (S1), 12–17. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601822.
8. Hasler, C. (2000). The changing face of functional. *J. of the American College of Nutrition*, 19 (5), 499–506.
9. Mykytiuk, P. V., Bukalova, N. V., Dzhmil, V. I., Khitska, O. A., Dzhmil, O. M., Slisarenko, S. V., & Utechenko, M. V. (2004) *Metodychni vkazivky shchodo vykorystannia infuzorii Tetrakhimena piriformis (mikrometod) dlia toksyko-biologichnoi otsinky silskohospodarskykh produktiv ta vody*. Bila Tserkva [In Ukrainian].
10. Pravyla peredzabiinoho veterynarnoho ohliadu tvaryn i veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy m'iasa ta m'iasnykh produktiv: Nakaz Holovy Derzhdepartamentu veterynarnoi medytsyny №28 vid 7.06.2002 roku, zareiestrovani v Miniusti Ukrainy 21.06.2002 roku za № 524/6812. 2002, 46 [In Ukrainian].
11. HOST 23392–2016. (2016). *Miaso. Metody khimichnoho ta mikroskopichnoho analizu svizhosti*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [In Ukrainian].
12. Bohatko, N. M. (2019) *Kontrol bezpechnosti m'iasa zabiinykh tvaryn pry vstanovlenni falsyfikatsii za ekspresnymi metodykami: naukovu-metodychni rekomendatsii*. Bila Tserkva [In Ukrainian].
13. Food quality and safety systems. A training manual on food hygiene and the Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) system (1998). Food and Agriculture Organization, Retrieved from: <http://www.fao.org/docrep/W8088E/013/al936e/al936e00.pdf>.
14. Yatsenko, I. V., Bondarevskyi, M. M., Kam'ianskyi, V. V., Bilyk, R. I., Biben, I. A., Holovko, N. P., & Senenko, Ye. O. (2012) Mizhnarodni vymohy do bezpechnosti i yakosti kharchovykh produktiv ta perspektyvy zaprovadzhennia yikh v Ukraini. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoi derzhavnoi zooveterynarnoi akademii «Problemy zoonzhenerii ta veterynarnoi medytsyny»*, 15 (2), 241–254 [In Ukrainian].
15. Bertolini, M., Rizzi, A., & Bevilacqua, M. (2007). An alternative approach to HACCP system implementation. *Journal of Food Engineering*, 79 (4), 1322–1328. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.04.038.
16. Verbytskyi, P. I. (2002) Shchodo natsionalni prohramy kontroliu zalyshkiv u produktakh tvarynnoho pokhodzhennia: zavdannia i shliakhy realizatsii. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 5, 9–12 [In Ukrainian].
17. Ulbing, E., & Hertel, R. F., & Böhl, G.-F. (2010). *Evaluation of communication on the differences between «Risk» and «Hazard»: Final Report*. Germany: BfR e Federal Institute for Risk Assessment. Retrieved from: http://www.bfr.bund.de/cm/350/evaluation_of_communication_on_the_differences_between_risk_and_hazard.pdf.
18. Shevaha, L. (2012) Vprovadzhennia mizhnarodnoi systemy upravlinnia yakistiu. *Zdorov'ia tvaryn i liky*, 12, 8–9 [In Ukrainian].
19. Barlow, S. M., Boobis, A. R., Bridges, J., Cockburn, A., Dekant, W., Hepburn, P., Houben, G. F., König, J., Nauta, M. J., Schuermans, J., & Bánáti, D. (2015). The role of hazard- and risk-based approaches in ensuring food safety. *Trends in Food Science & Technology*, 46 (2), 176–188. doi: 10.1016/j.tifs.2015.10.007.
20. Bohatko, N. M., Bilous, M. V., & Savchuk, H. V. (2018) Mizhnarodna systema harantuvannia bezpechnosti kharchovykh produktiv – NASSR. Kyiv, *Naukovo-metodychnyi tsentr «Ahroosvita»: AhroTerra: osvita, nauka ta biznes*, 1 (4), 54–59 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 25.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Богатко Н. М. Токсико-біологічна оцінка м'яса забійних тварин за умови оброблення мийно-дезінфікуючими засобами при виробництві та обігу. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 166–175.

© Богатко Надія Михайлівна, 2019


original article | UDC 636.2.09: 615.27 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.22

THE EFFECT OF NATIVE LIPOSOMES AND “MEMBRANOSTABIL” PREPARATION ON PROTEIN EXPRESSION OF CALVES’ ENTEROCYTES PLASMOLEMMMA DURING THE FORMATION OF COLOSTRUM IMMUNITY

S. I. Holopura,

 ORCID ID: [0000-0001-9149-0540](https://orcid.org/0000-0001-9149-0540), E-mail: golopura@ukr.net,

M. I. Tsvilikhovsky,

 ORCID ID: [0000-0002-5663-6644](https://orcid.org/0000-0002-5663-6644), E-mail: M_Tsvilikhovsky@ukr.net,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 16, Polkovnyka Potiekhina str., Kyiv, 03127, Ukraine

The indices of expression of proteins with molecular weight of 50–75 kDa in enterocytes plasmolemma of the newborn calves’ empty jejunum, then 6 and 24 hours after birth were investigated. The study was performed on calves of three groups (control and two experimental ones) of the Ukrainian black-and-white dairy breed. The calves of the first experimental group were given native soybean phospholipid bilayer liposomes based on soybean lecithin with colostrum, and the calves in the second experimental group received “Membranostabil” preparation developed by our research group on the basis of soybean lecithin. “Membranostabil” is a preparation consisting of phospholipid bilayer macro-capsules filled with water-soluble forms of A and E vitamins. The test samples of jejunum enterocytes were taken from newborn calves before the first colostrum feeding and 6 and 24 hours after birth. The protein expression of the membrane lysates’ fraction in isolated enterocytes of the calf jejunum was determined by electrophoresis. The percentage of separate protein fractions were determined by densitometry method using TotalLab software. Statistical processing of the study results and correlation between IgM content and the enterocytes plasmolemma proteins with molecular weights of 50–75 kDa was conducted using the Microsoft Excel 2016 computer program. It was found that application of native soybean phospholipid bilayer liposomes based on lecithin and “Membranostabil” preparation for newborn calves with colostrum contributed to the prolongation of the expression time of enterocytes plasmolemma proteins with molecular weight of 50–75 kDa as compared with those in calves of the control group. The dynamics of expression of proteins with molecular weight of 50–75 kDa in the enterocytes plasmolemma of the jejunum in calves of the control and experimental groups with and without the effect of the investigated agents was shown. The correlation between IgM content in blood serum of calves in the control and experimental groups and expression of enterocytes plasmolemma proteins with molecular weight of 50–75 kDa was shown. It was proven that giving native soybean phospholipid bilayer liposomes based on lecithin and “Membranostabil” preparation to calves contributed to increasing IgM content in the blood serum of the animals.

Key words: newborn calves, jejunum, enterocyte, plasmolemma, proteins, phospholipids, native liposomes, “Membranostabil”, colostrum immunity.

ВПЛИВ НАТИВНИХ ЛІПОСОМ ТА ПРЕПАРАТУ «МЕМБРАНОСТАБІЛ» НА ЕКСПРЕСІЮ БІЛКІВ ПЛАЗМОЛЕМИ ЕНТЕРОЦИТІВ ТЕЛЯТ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ КОЛОСТРАЛЬНОГО ІМУНІТЕТУ

С. І. Голопура, М. І. Цвіліховський,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Досліджені показники експресії білків з молекулярними масами від 50 до 75 кДа у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки щойно новонароджених телят, через 6 та 24 години після народження.

Дослідження проведені на телятах трьох груп (контрольна та дві дослідні) української чорно-рябої молочної породи. Телятам першої дослідної групи разом з молозивом задавали всередину нативні ліпосоми з фосфоліпідного бішару на основі соєвого лецитину, а телятам другої дослідної групи препарат «Мембраностабіл», який ми створили на основі соєвого лецитину. Препарат «Мембраностабіл» представляє макрокапсули з фосфоліпідного бішару, наповнені водорозчинними формами вітамінів А та Е. Дослідні зразки ентероцитів порожньої кишки відбирали від новонароджених телят до першої випойки молозива та через 6 і 24 години після народження тварини. У виділених ентероцитах порожньої кишки телят визначали експресію білків мембранної фракції лізатів за допомогою методу електрофорезу. Відсотковий вміст окремих фракцій білків визначали методом денситометрії з використанням програмного забезпечення TotalLab. Статистичну обробку результатів досліджень та кореляційну залежність між вмістом IgM та білками плазмолемми ентероцитів з молекулярними масами 50–75 кДа проводили з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel 2016. Встановлено, що застосування новонародженим телятам з молозивом нативних ліпосом на основі соєвого лецитину та препарату «Мембраностабіл» сприяє подовженню часу експресії білків плазмолемми ентероцитів з молекулярними масами від 50 до 75 кДа порівняно з такими в телят контрольної групи. Показана динаміка експресії білків з молекулярними масами від 50 до 75 кДа у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят контрольної й дослідних груп за та без впливу досліджуваних засобів. Показана кореляційна залежність між вмістом IgM у сироватці крові телят контрольної й дослідних груп та експресією білків плазмолемми ентероцитів з молекулярними масами від 50 до 75 кДа. Доведено, що застосування телятам нативних ліпосом на основі соєвого лецитину та препарату «Мембраностабіл» сприяє підвищенню вмісту IgM в сироватці крові цих тварин.

Ключові слова: новонароджені телята, тонкий кишечник, ентероцит, плазмолема, білки, фосфоліпіди, нативні ліпосоми, мембраностабіл, колостральний імунітет.

ВЛИЯНИЕ НАТИВНЫХ ЛИПОСОМ И ПРЕПАРАТА «МЕМБРАНОСТАБИЛ» НА ЭКСПРЕССИЮ БЕЛКОВ ПЛАЗМОЛЕММЫ ЭНТЕРОЦИТОВ ТЕЛЯТ ВО ВРЕМЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛОСТРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА

С. И. Голопура, Н. И. Цвилюховський,

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,
г. Киев, Украина

Исследованы показатели экспрессии белков с молекулярными массами от 50 до 75 кДа в плазмолемме энтероцитов тонкой кишки новорожденных телят через 6 и 24 часа после рождения. Исследования проведены на телятах трех групп (контрольная и две опытные) украинской черно-пестрой молочной породы с отбором от них образцов энтероцитов тонкой кишки и экспрессией белков с мембранной фракции лизатов, что было исследовано с помощью метода электрофореза. Показана динамика экспрессии белков с молекулярными массами от 50 до 75 кДа в плазмолемме энтероцитов тонкой кишки телят контрольной и опытных групп с влиянием и без него исследованных препаратов. Показана корреляционная зависимость между содержанием IgM в сыворотке крови телят контрольной и опытных групп и экспрессией белков плазмолеммы энтероцитов с молекулярными массами от 50 до 75 кДа. Применение нативных липосом на основе соевого лецитина и препарата «Мембраностабил» способствует повышению содержания IgM в сыворотке крови животных.

Ключевые слова: новорожденные телята, тонкий кишечник, энтероцит, плазмолемма, белки, фосфолипиды, нативные липосомы, колостральный иммунитет

Вступ

Вивчення білкового складу плазмолемми ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят, починаючи з їхнього народження, має важливе значення для розуміння процесів становлення імунологічного статусу організму в постнатальний період.

Нині відомо 26 фракцій білків у апікальній і 29 у базолатеральній мембрані ентероцитів [1]. До фракції білків з молекулярними масами від 50 до 75 кДа мембран ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят можна віднести відомі на сьогодні три рецептори, які зв'язують той чи той імуноглобулін та транспортують його через клітину у кровоносне русло. Згідно з результатами досліджень японських учених [2] молекулярна маса мономеру Fcα/μR та його димеру становить 65–70 кДа

і ~ 130 кДа, відповідно. Рецепторний білок Fcα/μR з високою спорідненістю зв'язується з IgM та в 10 разів нижчою спорідненістю – із IgA [3]. Селективний транспорт IgM є досить важливим, оскільки останній є головним імуноглобуліном, що створює імунний захист у теляти впродовж перших декількох діб його життя [4]. Імуноглобуліни М містять аглютинуючі протимікробні антитіла, які проявляють високу активність по відношенню до грам негативних бактерій. У реакціях гемолізу, в лізисі бактерій антитіла, які відносяться до IgM, є значно ефективніші, ніж антитіла, які відносяться до IgG. Крім того, IgM можуть нейтралізувати віруси й токсини [5], мають вирішальне значення у профілактиці колісепсису [4]. Бактерицидні властивості сироватки крові також зв'язані з імуноглобулінами цього класу [5]. IgM, який передається з молозивом телятам має дуже великий вплив на збереженість телят [4].

Другим білком є рецептор FcαRI молекулярна маса ізоформи α.1 якого коливається в межах від 55 до 75 кДа [5, 6]. Третім є рецепторний білок FcRn. Деякі дослідники повідомляють, що структура неонатального рецептора FcRn у тварин різних видів є схожою [7–9], а молекулярна маса FcRn людини становить близько 50 кДа [8]. Відповідно до цих даних можна припустити, що до складу білків зазначеної фракції входить і неонатальний рецептор FcRn. За даними інших дослідників, молекулярна маса FcRn людини становить приблизно 42–44 кДа з одиничним N-глікановим фрагментом, на відміну від FcRn щура, що має три додаткові N-глікани з молекулярною масою 48–52 кДа. Але Сімістер та Мостов очистили FcRn з кишечника одинадцяти денних щурів та ідентифікували два білки з відносною молекулярною масою близько 14 кДа і 45–53 кДа, які були ідентифіковані, як β2-мікроглобулін та Fc рецептор новонароджених (FcRn) відповідно [10]. Цей рецептор має специфічну спорідненість з IgG і не тільки транспортує через клітину, а й відповідає за спасіння його від деградації за допомогою клітинних механізмів, які суворо регулюються рН-залежним зв'язуванням з рецепторами [11]. Окремі дослідники вважають [12–16], що FcRn має три функціональні режими взаємодії з IgG. По-перше, FcRn трансцитозує IgG через шар поляризованого епітелію клітин як *in vitro*, так і *in vivo* [12, 16]. Ця функція FcRn дозволяє всмоктувати материнський IgG новонародженим через тонкий кишечник. По-друге, FcRn може зв'язуватися з захопленим IgG в кислій ендосомі й повертати його назад на клітинну поверхню [14,16]. Ця функція FcRn захищає захоплений IgG від катаболізму. А нещодавні дослідження вказують на те, що FcRn може також функціонувати як фагоцитарний рецептор у нейтрофілах [14,16]. Не виключена його аналогічна роль і на мембранах ентероцитів у новонароджених телят. Тому гіпотетично рівень колостральних імуноглобулінів у крові новонароджених телят великою мірою має залежати від білків плазмолемі ентероцитів порожньої кишки виключно цієї фракції. Крім того, за даними Schmidt U.M. та співавторів [17,18], білки мембран ентероцитів кролика з молекулярними масами 65 і 77 кДа, що присутні в постнатальному періоді онтогенезу, з розвитком тварини зникають.

Тому *метою* роботи було дослідити показники експресії білків з молекулярними масами 50–75 кДа у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят у разі застосування їм з молозивом нативних ліпосом з фосфоліпідного бішару на основі соєвого лецитину та препарату «Мембраностабіль». Завдання дослідження: дослідним шляхом визначити ефективність нативних ліпосом та препарату «Мембраностабіль» на показники експресії білків з молекулярною масою 50–75 кДа та визначити кореляційний зв'язок із вмістом IgM у сироватці крові телят через 24 години після їхнього народження.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводились у НДГ «Великоснітинське імені О. В. Музиченка» НУБіП України на новонароджених телятах української чорно-рябої породи в період від народження до досягнення ними 1-добового віку. Було сформовано одну контрольну та дві дослідні групи телят, по 6 тварин у кожній. Телятам усіх груп випоювали молозиво в кількості 2 л після народження, а потім по 1,5 л через кожні 6 годин упродовж першої доби життя тварин. Телята контрольної групи отримували лише молозиво. Телятам першої дослідної групи за 20 хвилин до випоювання молозивом задавали всередину нативні ліпосоми з фосфоліпідного бішару на основі соєвого лецитину в дозі 5 мл, а телятам другої дослідної групи в такій же дозі препарат «Мембраностабіль», створений на основі соєвого лецитину. Препарат «Мембраностабіль» представляє макрокапсули з фосфоліпідного бішару, які наповнені водорозчинними формами вітамінів А – 1,2 мг і Е – 15 мг (патент на корисну модель № 92841 від 10.09.2014 р., Бюл. № 17 [190]).

Дослідні зразки ентероцитів порожньої кишки відбирали від новонароджених телят до першого випоювання молозивом та через 6 і 24 годин після народження тварини. За виконання експериментальних досліджень на новонароджених телятах було дотримано всіх біоетичних вимог у відношенні до тварин, що відповідають Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 28.03.2017 р. (стаття 17), та «Європейській конвенції на захист хребетних тварин» від 13.11.1987 р.

Дослідження білкових фракцій у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят проводили шляхом електрофоретичного розділення в 7,5 % поліакриламідному гелі з Натрію додецилсульфатом за модифікованою методикою з додаванням трицину [20].

Відсотковий вміст окремих фракцій білків визначали методом денситометрії з використанням програмного забезпечення TotalLab.

Статистичну обробку результатів досліджень та кореляційну залежність між вмістом IgM та білками плазмолемі ентероцитів з молекулярними масами 50–75 кДа проводили з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel 2016.

Результати дослідження та їх обговорення

Після народження теляти у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки присутній досить значний вміст білків з молекулярними масами від 50 до 75 кДа, а саме $10,72 \pm 0,98$ % від загального вмісту всіх білків. Під час нашого дослідження було встановлено, що рівень білків цієї фракції з віком знижується. Уже через 6 годин після народження в телят контрольної групи вміст білків з молекулярними масами від 50 до 75 кДа знизився на 26,9 %, а в телят першої та другої дослідних груп – на 26,1 % ($p \leq 0,05$) і 48,8 % ($p \leq 0,01$), відповідно, порівняно з їх вмістом у телят після народження (рис. 1).

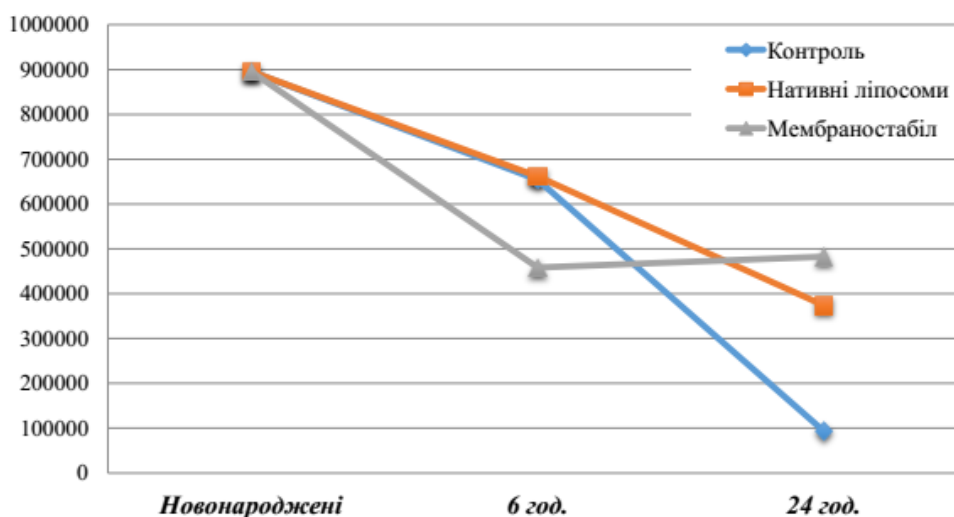


Рис. 1. Білки плазмолемі ентероцитів з молекулярними масами від 50 до 75 кДа, в об'ємних одиницях, $n=3$

Натомість достовірні зміни ($p \leq 0,05$) у процентному співвідношенні порівняно з білками інших фракцій були відмічені тільки в телят другої дослідної групи, де цей показник знизився з $10,72 \pm 0,98$ % (до випоювання молозивом) до $7,0 \pm 0,53$ % через 6 годин після народження (рис. 2).

Через 24 години після народження вміст білків з молекулярними масами 50–75 кДа у плазмолемі ентероцитів телят контрольної групи достовірно знизився на 89,6 %, а в телят першої та другої дослідних груп – на 58,3 % та 46,1 %, відповідно, порівняно з новонародженими телятами до випоювання молозивом (див. рис. 1). Встановлено, що частка, яка припадає на білки мембран ентероцитів цієї фракції порівняно із загальним їх вмістом у мембрані через 24 години після народження в телят контрольної групи становить лише $1,5 \pm 0,66$ %. Натомість у телят першої і другої дослідних груп частка цих білків складає $5,34 \pm 0,58$ % та $6,59 \pm 0,56$ %, відповідно (рис. 2).

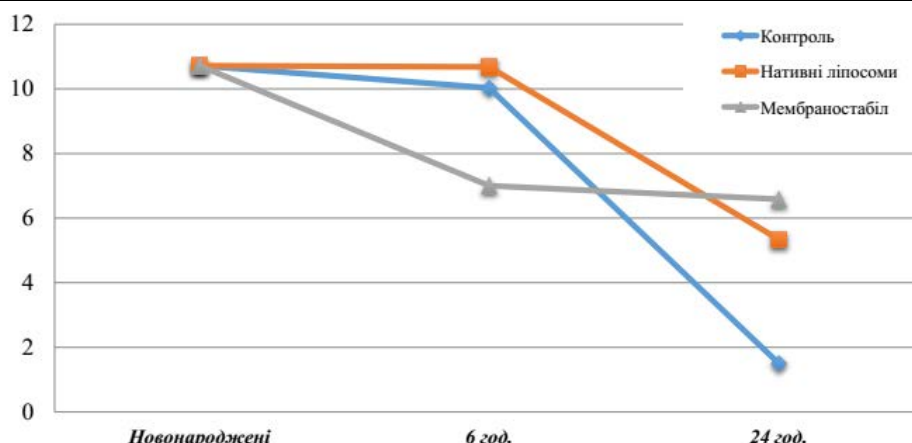


Рис. 2. Білки плазмолемі еритроцитів з молекулярними масами від 50 до 75 кДа в процентному співвідношенні, $n=3$

На нашу думку, застосовані нативні ліпосоми та ліпосоми з вітамінами А та Е, що ми запатентували як ветеринарний препарат «Мембраностабіль», сприяють затримці, а, можливо, й додатковому синтезу білків плазмолемі еритроцитів з молекулярними масами від 50 до 75 кДа, що відповідають рецепторним білкам $Fc\alpha/\mu R$ та $Fc\alpha RI$. Зважаючи на теорію, згідно з якою перехід імуноглобулінів молозива із просвіту кишечника у кровоносне русло в телят припиняється через 24–36 годин після народження, застосування наших препаратів сприяє подовженню в часі процесу активного транспорту імуноглобулінів у нативному стані в тонкому кишечнику теляти. Підтвердженням цьому припущенню є результати наших попередніх досліджень [4] щодо вмісту IgM в сироватці крові телят дослідної групи, який транспортується за допомогою рецепторних білків $Fc\alpha/\mu R$. На 24 годину після народження телят у сироватці їхньої крові ми виявили достовірно вищий вміст IgM як у тварин першої ($p \leq 0,01$), так і другої ($p \leq 0,01$) дослідних груп. Крім того, встановлення кореляційної залежності між вмістом IgM у сироватці крові телят контрольної та дослідних груп і експресією білків плазмолемі еритроцитів з молекулярними масами 50–75 кДа вказує на сильний зворотній кореляційний зв'язок між цими показниками (рис. 3).

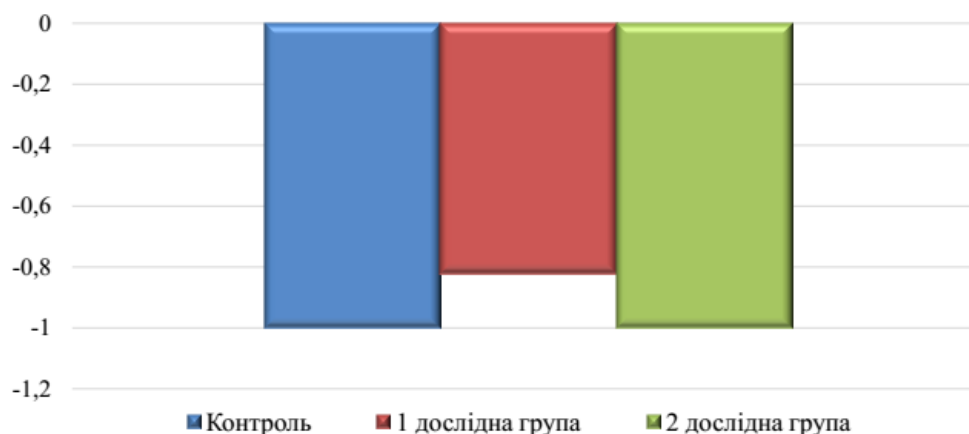


Рис. 3. Сила кореляційного зв'язку між вмістом IgM у сироватці крові телят та білками плазмолемі еритроцитів з молекулярними масами від 50 до 75 кДа

Кореляційний зв'язок, що зазвичай знаходиться в межах від 0 до ± 1 , через 24 години після народження в телят контрольної групи складав (-0,9986), а в телят першої та другої дослідних груп (-0,8197) і (-0,9985), відповідно.

Висновки

В умовах виробничих випробувань досліджено, що у плазмолемі еритроцитів порожньої кишки новонароджених телят у період формування колострального імунітету впродовж першої доби після

народження під дією нативних ліпосом на основі соєвого лецитину та препарату «Мембраностабіль» відбуваються значні зміни в експресії білків порівняно з такими у тварин контрольної групи. Білки плазмолемати ентероцитів з молекулярними масами від 50 до 75 кДа відповідають трьом рецепторам Fc α / μ R, Fc α R1 та FcRn, що сприяють транспорту імуноглобулінів молозива в нативному стані із просвіту кишечника в кров теляти. Застосування новонародженим телятам препаратів з нативних ліпосом на основі соєвого лецитину та препарату «Мембраностабіль» сприяє подовженню часу для перенесення імуноглобулінів з молозива у кров, на що вказує достовірно вища експресія білків плазмолемати ентероцитів з молекулярними масами 50–75 кДа через 24 години після народження у тварин першої (5,34% $\pm$ 0,58) та другої (6,59% $\pm$ 0,56) дослідних груп порівняно з тваринами контрольної групи (1,5% $\pm$ 0,66). Рівень експресії білків плазмолемати ентероцитів з молекулярними масами 50–75 кДа має сильний зворотній кореляційний зв'язок із вмістом IgM в сироватці крові телят через 24 години після їх народження.

Перспективи подальших досліджень. Вивчити терапевтичну та профілактичну дію нативних ліпосом та препарату «Мембраностабіль» на формування колострального імунітету в телят.

References

1. Tsvilikhovskiy, M. I. (1998). Bilky plazmatychnoi membrany epiteliu tonkoho kyshechnyka velykoi rohatoi khudoby. *Doctor's thesis*. Nacional'nyy agrarniy universitet. Kyiv [In Ukrainian].
2. Yang, X., Zhao, Q., Zhu, L., & Zhang, W. (2013). The three complementarity-determining region-like loops in the second extracellular domain of human Fc α / μ receptor contribute to its binding of IgA and IgM. *Immunobiology*, 218 (5), 798–809. doi: 10.1016/j.imbio.2012.09.004.
3. Stott, G. H., & Menefee, B. E. (1978). Selective Absorption of Immunoglobulin IgM in the New Born Calf. *Journal of Dairy Science*, 61 (4), 461–466. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(78)83621-2
4. Golopura, S. I., Popadiuk, B. V., & Tsvilikhovsky, M. I. (2018). The influence of phospholipid-containing preparation on the level of immunoglobulin M in the serum of blood of calves during the period of formation of colostral immunity. *Biolohiia Tvaryn*, 20 (1), 23–27. doi.org/10.15407/animbio20.01.023.
5. Dzhanaabekova, G. K. (2010). Soderzhanie immunoglobulinov klassa M v syvorotke krovi telyat, immunizirovannykh polivalentnymi vaktsinnymi shtammami protiv salmonelleza. *Gigiena, Epidemiologiya i Immunobiologiya*, 2 (44), 143–145 [In Russian].
6. Takagaki, K., Satoh, K., Honda, S., & Shibuya, A. (2013). Molecular characterization of the dimer formation of Fc α / μ receptor (CD351). *Molecular Immunology*, 56 (1–2), 23–27. doi: 10.1016/j.molimm.2013.04.003.
7. Morton, H. C., Schiel, A. E., Janssen, S. W. J., & van de Winkel, J. G. J. (1996). Alternatively spliced forms of the human myeloid Fc γ receptor (CD89) in neutrophils. *Immunogenetics*, 43 (4), 246–247. doi: 10.1007/s002510050057.
8. Van Egmond, M., Damen, C. A., van Spriell, A. B., Vidarsson, G., van Garderen, E., & van de Winkel, J. G. (2001). IgA and the IgA Fc receptor. *Trends in Immunology*, 22 (4), 205–211. doi: 10.1016/s1471-4906(01)01873-7.
9. Burmeister, W. P., & Bjorkman, P. J. (1995). Crystal structure at 2.2 angstroms resolution of the mhc-related neonatal fc receptor. *Nature*, 372 (6504), 336–43. doi: 10.2210/pdb1fru/pdb.
10. Kacskovics, I., Mayer, B., Kis, Z., Frenyó, L. V., Zhao, Y., Muylldermans, S., & Hammarström, L. (2006). Cloning and characterization of the dromedary (*Camelus dromedarius*) neonatal Fc receptor (drFcRn). *Developmental & Comparative Immunology*, 30 (12), 1203–1215. doi: 10.1016/j.dci.2006.02.006.
11. Hogan, S. P. (2012). Neonatal Fc receptor (FcRn) and maternal-to-newborn IgE absorption. *Clinical & Experimental Allergy*, 42 (12), 1656–1659. doi: 10.1111/cea.12018.
12. Bern, M., Sand, K. M. K., Nilsen, J., Sandlie, I., & Andersen, J. T. (2015). The role of albumin receptors in regulation of albumin homeostasis: Implications for drug delivery. *Journal of Controlled Release*, 211, 144–162. doi: 10.1016/j.jconrel.2015.06.006.
13. Ghetie, V., & Ward, E. S. (2002). Transcytosis and Catabolism of Antibody. *Immunologic Research*, 25 (2), 097–114. doi: 10.1385/ir:25:2:097.
14. Ward, E. S. (2003). Evidence to support the cellular mechanism involved in serum IgG homeostasis in humans. *International Immunology*, 15 (2), 187–195. doi: 10.1093/intimm/dxg018.
15. Vidarsson, G., Stemerding, A. M., Stapleton, N. M., Spliethoff, S. E., Janssen, H., Rebers, F. E., de Haas M., & van de Winkel, J. G. (2006). FcRn: an IgG receptor on phagocytes with a novel role in phagocytosis. *Blood*, 108 (10), 3573–3579. doi: 10.1182/blood-2006-05-024539.

16. Akilesh, S., Christianson, G. J., Roopenian, D. C., & Shaw, A. S. (2007). Neonatal FcR Expression in Bone Marrow-Derived Cells Functions to Protect Serum IgG from Catabolism. *The Journal of Immunology*, 179 (7), 4580–4588. doi: 10.4049/jimmunol.179.7.4580.
17. Martin, W. L., West, A. P., Gan, L., & Bjorkman, P. J. (2001). Crystal Structure at 2.8 Å of an FcRn/Heterodimeric Fc Complex. *Molecular Cell*, 7 (4), 867–877. doi: 10.1016/s1097-2765(01)00230-1.
18. Schmidt, U. M., Eddy, B., Fraser, C., & Venter, J. (1993). Isolation of a submit of the Na / D-glucose cotransporter of rabbit intestinal brush border membranes using monoclonal antibody. *Lab fur. Biochem*, 2, 279–283.
19. Tsvilikhovsky, M. I., Maryniuk, M. O., Holopura, S. I., Avdieieva, L. Yu., Nemova, T. V., Yakymchuk, O. M., & Zhukotskyi, E. K. (2014). Patent Ukrainy 92841. Kyiv: Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy [In Ukrainian].
20. Schägger, H., & von Jagow, G. (1987). Tricine-sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis for the separation of proteins in the range from 1 to 100 kDa. *Analytical Biochemistry*, 166 (2), 368–379. doi: 10.1016/0003-2697(87)90587-2

Стаття надійшла до редакції 29.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Голопура С. І., Цвіліховський М. І. Вплив нативних ліпосом та препарату «Мембраностабіл» на експресію білків плазмолемі ентероцитів телят під час формування колострального імунітету. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 176–182.

© Голопура Сергій Іванович, Цвіліховський Микола Іванович, 2019

STUDYING THE EFFECTIVENESS OF FEED SUPPLEMENTS FOR DOGS AND CATS

S. A. Sapko,

ORCID ID: [0000-0002-6760-5982](https://orcid.org/0000-0002-6760-5982), E-mail: sapko.s@priroda.ua,

Limit liability company "Scientific- production enterprise"SUZIRYA", 4, Zernova str., 4, Kharkiv, 61105, Ukraine

*Insufficient complete nutrition is a problem not only for humans, but also for animals, particularly domestic cats and dogs. Using well-balanced feed supplements may be one way of solving this problem. Balanced diet of animals should contain more than 600 nutrient components. Preventive, dietary and therapeutic properties of nutrition largely depend on their quantity and combination. The analysis of medical and veterinary special literature is conducted, in which the main active components of Profiline feed supplements are described. Profiline feed supplements for animals in different combinations, depending on the purpose have the following components (active components): brewer's yeast, extracts of: Abalon (*Haliotis*), green sponge molluscs (*Perna Canaliculus*), cranberries (*Oxycoccus*), topinambur (*Helianthus tuberosus*), lespedeza (*Lespedeza capitata*), Bidens (*Bidens tripartita*), white willow (*Salix alba* L.), vitamin-mineral complex (Vit A, Vit D3, Vit E, Vit B9, selenium, zinc, iron, magnesium, potassium, dicalcium phosphate), calcium citrate, L-tryptophan, biotin, collagen hydrolysate, taurine, complex of lyophilized probiotic bacterial culture. The study of hematological and biochemical parameters dynamics of animal blood at adding one or another component to the diet is a significant indicator of the functional state of the pets' organism. A lot of research is conducted on this issue. Feed supplements and dietetic nutrition effectively solve the problems of cardiological, geriatric diseases, gastrointestinal and orthopedic problems. According to the analysis of the literature data it has been established that Profiline feed supplement ingredients in recommended doses are harmless and effective, and on the whole improve the absorption of feed nutrients, in particular – protein, minerals, fat-soluble vitamins, and lead to the restoration of metabolic reactions in animal's organism as a result of feeding feed supplements.*

Keywords: extracts, Profiline feed supplement, prevention, dog, cat.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОРМОВИХ ДОБАВОК ДЛЯ СОБАК ТА КІШОК

С. А. Санко,

Товариство з обмеженою відповідальністю «Науково виробниче підприємство «СУЗІР'Я», м. Харків, Україна

Недолік повноцінного харчування є проблемою харчування не тільки людини, але і тварин, зокрема, домашніх – кішок і собак. Одним зі шляхів розв'язання цієї проблеми може стати використання збалансованих кормових добавок. Для збалансованого харчування раціон тварин повинен містити більше 600 речовин-нутриєнтів. Від їхньої кількості й поєднань багато в чому залежать профілактичні, дієтичні й лікувальні властивості харчування. У статті наводяться літературні дані щодо впливу на організм, практичного застосування кормових добавок та їх складників; дослідження і обґрунтування впливу складників кормових добавок ПрофіЛайн для собак та кішок. Розглянуто вплив основних складників кормових добавок у різноманітних наукових дослідженнях гуманної та ветеринарної медицини. Наведені критерії ефективного профілактичного застосування та впливу на функціонування організмів. Кормові добавки й дієтичне харчування

різного спрямування ефективно вирішує питання кардіологічного профілю, геріатричних захворювань, шлунково-кишкових і ортопедичних проблем. За аналізом літературних даних встановлено, що складові кормових добавок ПрофіЛайн у рекомендованих дозах є нешкідливими й ефективними, загалом поліпшують засвоєння поживних речовин корму, зокрема протеїну, макроелементів, жиророзчинних вітамінів, вказує на відновлення метаболічних реакцій в їхньому організмі в результаті згодовування кормових добавок.

Ключові слова: екстракти, кормова добавка ПрофіЛайн, профілактика, собака, кішка.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК ДЛЯ СОБАК И КОШЕК

С. А. Савко,

Общество с ограниченной ответственностью «Научно производственное предприятие «СУЗИРЬЕ», г. Харьков, Украина

В статье приводятся литературные данные о влиянии на организм, практическом применении кормовых добавок и их компонентов. Исследовано и обосновано влияние составляющих кормовых добавок ПрофиЛайн на собак и кошек. Рассмотрено влияние основных составляющих кормовых добавок в различных научных исследованиях гуманной и ветеринарной медицины. Приведенные критерии эффективного профилактического применения и влияния на функционирование организмов. Отмечена необходимость полноценного питания животных с учетом корректировки сбалансированных кормовых добавок.

Ключевые слова: экстракты, кормовая добавка ПрофиЛайн, профилактика, собака, кошка.

Брак повноцінного харчування є проблемою харчування не тільки людини, але і тварин, зокрема, домашніх кішок і собак. Одним зі шляхів розв'язання цієї проблеми може стати використання збалансованих кормових добавок. Причому як м'ясна, так і рибна (морепродукти) промисловість має надзвичайно великий потенціал завдяки різноманітному й унікальному складу основних і вторинних продуктів.

Організація виробництва високоцінних і оригінальних кормів та кормових добавок дасть змогу розвинути наявний ринок вітчизняних кормів для домашніх непродуктивних тварин, урахувуючи їхні фізіологічні потреби і смакові уподобання.

Ефективність кормових добавок ПрофіЛайн для собак та котів можна частково визначити за складниками. Кормові добавки ПрофіЛайн для тварин у різній комбінації залежно від призначення мають такі складники (активні компоненти): дріжджі пивні, екстракти: абалону (*Haliotis*), зелених губчастих молюсків (*Perna Canaliculus*), журавлини (*Oxycoccus*), топінамбуру (*Helianthus tuberosus*), леспедецю (*Lespedeza capitata*), череди (*Bidens tripartita*), верби білої (*Salix alba L.*); а також цитрат кальцію, L- триптофан, біотин, гідролізат колагену, таурин, комплекс ліофілізованих пробіотичних культур бактерій.

Одним зі складників, який містить велику кількість вітамінів групи В є пивні дріжджі. Вітаміни групи В беруть участь в активації ферментів, що регулюють окисно-відновні процеси, впливають на білковий, вуглеводний та ліпідний обміни. Також покращують роботу імунної системи та загальну опірність організму, сприяють процесам регенерації тканин, зокрема клітин шкіри, відіграють важливу роль у функціонуванні нервової, серцево-судинної та ендокринної систем [12, 27, 32].

Вагомі елементи, які несуть позитивний вплив на організм тварин, входять до складу екстрактів з молюсків (абалон чи морські вушка та зелені губчасті молюски). Різноманітні види молюсків використовуються не тільки в кулінарії, а й у кормах для тварин та кормових добавках як джерело незамінних амінокислот (ізолейцин, треонін, валін, лейцин, лізин, триптофан, метіонін), мікро- та макроелементів, вітамінів [34].

Незамінні амінокислоти метіонін, лізин та треонін, забезпечують перетворення нейтральних жирів у фосфоліпіди, які своєю чергою стабілізують субклітинні мембрани, забезпечуючи антиоксидантний захист [4]. Вони беруть участь у боротьбі з відкладенням жиру в печінці, у процесах метаболізму й засвоєння, підтримують роботу шлунково-кишкового каналу.

Триптофан є попередником нейротрансмітера серотоніну [5-гідрокси (5-НТ)], який регулює

шлунково-кишкові функції, настрої і апетит [25, 26]. Проведено велику кількість досліджень та представлено гіпотези щодо дієтичного додавання триптофану з метою послаблення депресивних станів у людей, мишей та свиней [6, 20, 23, 29]. У мишей лікування L-триптофаном проявляє протизапальну дію, зменшуючи панкреатит, виразку шлунка і контактну гіперчутливість через збільшення вироблення інтерлейкіну-10 і зниження синтезу ядерного фактора каппа-енхансера легких ланцюгів [6, 18; 21; 28]. Отже, протизапальні властивості триптофану можна використовувати в кормових добавках з метою зниження імуносупресивної дії стресу та покращення загоєння шкірних ран.

Молюскі також містять значну кількість Омега-3-полінасичених жирних кислот, а саме докозагексаєнова (ДГК) та ейкозапентаєнова (ЕПК) кислоти. ДГК та ЕПК є найбільш цінними. ДГК не тільки запобігає накопиченню жиру в організмі, але і важлива для формування мозку і зору, корисна для мозкового кровообігу. Тобто в період активного росту та розвитку потомства як в утробі, так і з грудним молоком [5, 35].

Морепродукти є основним джерелом селену (Se), важливим мікроелементом, який виявляє антиоксидантну активність [2, 10, 24, 37], протизапальний [11], антимутагенний [44], антиканцерогенний [51, 58] або противірусний [37], антибактеріальний [54], протигрибковий [14] ефекти. Крім того, він є невід'ємним компонентом селенопротеїнів, що беруть участь у низці фізіологічно важливих процесів [36]. Селен важливий для синтезу, обміну речовин [11] і функції гормонів щитовидної залози [40], які є найважливішими регуляторами розвитку, зростання і диференціювання. Селен бере участь у зростанні й розвитку, а у процесах статевого розвитку [3, 36, 46], репродуктивній здібності тварин [13, 31].

Рекордсменом з кількості таурину є морепродукти. Таурин є важливою живильною речовиною для кішок, тому що в них немає метаболічних шляхів для синтезу попередників амінокислот метіоніну і цистеїну для покриття обов'язкових втрат [33]. Результати щодо вивчення нестачі таурину в раціоні кішок призводить до значної лейкопенії, зрушення процентного вмісту поліморфноядерних і мононуклеарних лейкоцитів, збільшення абсолютної кількості мононуклеарних лейкоцитів і зміни характеристик седиментації білих клітин. Гістологічне дослідження лімфатичних вузлів і селезінки виявило регресію фолікулярних центрів з виснаженням ретикулярних клітин, зрілих і незрілих лімфоцитів (області В-клітин), а також легким позасудинним гемолизом. Ці результати свідчать, що в кішок з тривалим дефіцитом таурину є глибокі імунологічні наслідки [43]. Дефіцит таурину спричиняє дилатаційну кардіопатію в кішок. Крім того, при дефіциті таурину в кішок змінюються параметри антикоагулянтної й фібринолітичної активності крові, розвивається ретинальна дегенерація, кардіопатія, змінюється функція білих клітин крові, спостерігається порушення росту й розвитку [16, 55]. Дефіцит таурину може стати причиною дилатаційної кардіоміопатії і в собак. У деяких порід спостерігалось істотне поліпшення функції міокарда після додавання таурину в раціон [19, 48]. Таурин має виражену антидепресивну дію [57].

В останнє десятиріччя підвищився інтерес до рослинної сировини та її антиоксидантної активності, біологічно активних речовин. Комбінація хімічних речовин, які входять до складу кожної рослини, визначають його лікувальні властивості. До кормових добавок додані екстракти рослин у різних комбінаціях, а саме журавлини (*Oxycoccus*), топінамбуру (*Helianthus tuberosus*), леспедецю (*Lespedeza capitata*), череди (*Bidens tripartita*), верби білої (*Salix alba* L.).

Завдяки своєму складу журавлина є багатопрофільною ягодою, її використовують при застуді, при захворюваннях шлунку (в'язуча дія), у вигляді примочок на різні рани та шкірні ураження, але насамперед при урологічних захворюваннях. Своєю ефективністю щодо захворювань нирок, сечовивідних шляхів, сечового міхура та інших захворювань вона завдячує урсоловій кислоті [17, 49]. Урсолова кислота запобігає м'язовій дистрофії та має виражені протипухлинні властивості [1].

Леспедеца (*Lespedeza capitata*), як і журавлина має виражений вплив на сечовидільну систему, а саме розчиняти камені в нирках і запобігати їх можливій появі, бореться з відкладенням солей, зменшує рівень сечовини у крові. У процесі цього збільшується діурез, зменшується кількість азотних сполук у крові, прискорюється час виведення з організму натрію. При застосуванні леспедеці немає подразнюючого впливу на нирки і не відбувається вимивання калію з організму [52].

Існує низка захворювань, при лікуванні яких необхідно застосовувати властивості леспедеци, так вона допомагає боротися із запальними процесами, зміцнювати імунітет, має антиоксидантні та знеболюючі властивості [9].

Топінамбур окрім кулінарних властивостей має широкий спектр профілактично-лікувальних дій, а

саме: імуностимулюючу, заспокійливу, загальнозміцнюючу, тонізуючу, атеросклеротичну, протизапальну, та цукрознижуючу, тому його широко використовують у гуманній медицині.

Корнеплід топінамбуру містить до 70 % інуліну. Інουλін – це єдиний природний полісахарид, який на 95 % складається з фруктози. У кишківнику він розщеплюється частково та всмоктується у кровоносне русло, де зв'язується зі шкідливими продуктами обміну речовин, одночасно посилюючи абсорбції різних мінеральних солей, особливо кальцію, при цьому відбувається зниження рівня холестерину в сироватці крові, зменшення вмісту канцерогенів і гнильних речовин [42]. Інουλін, який не розщепився, швидко виводиться, зв'язавши собою велику кількість непотрібних організму речовин, таких як важкі метали, радіонукліди, кристали холестерину, жирні кислоти та токсичні хімічні сполуки, що потрапили в організм з їжею або утворилися у процесі життєдіяльності хвороботворних мікробів, що живуть у кишківнику. Крім того, інулін значно стимулює скоротливу здатність кишкової стінки [47].

Властивості череди багатогранні, завдяки її хімічному складу. Високий вміст аскорбінової кислоти проявляє її антиалергічну властивість. Комбінація флавоноїдів і полісахаридів череди збільшує вміст кон'югованих жовчних кислот і холатохолестеріновий показник коефіцієнта жовчі. Вони входять до складу різних ферментних систем, впливаючи на процеси кровотворення, функцію печінкової клітини, тонус стінок судин, жовчних ходів, здатні попереджати утворення внутрішньосудинних тромбів. Екстракти з череди мають протимікробну дію відносно грампозитивних бактерій і деяких патогенних грибів. Флавоноїдні з'єднання череди (флавоони і халкони) мають бактеріостатичну й інсектицидну властивості. Виражені протимікробні властивості череди зв'язані, крім того, і з великим вмістом марганцю в її препаратах [50].

Завдяки лікувальним властивостям верби білої, її кору і листя широко використовують для приготування лікарських засобів традиційної та народної медицини. Листя рослини використовують у препаратах, що призначаються для зміцнення стінок судин, при колітах, гастриті і гіпергідроз. Встановлено, що верба має кровоспинну дію при шлунково-кишкових кровотечах. Кора верби білої має відхаркувальну, тонізуючу, протигрибкову, спазмолітичну, холеретичну, знеболюючу, дезинфікуючу й діуретичну властивості [22, 38, 45].

Компоненти, які входять до складу кожної рослини в різній комбінації та кількості та додатково добавлені до кормових добавок, це – вітаміни. За умови нормального раціону і здорового способу життя потреба у вітамінах задовольняється природним шляхом. У разі одноманітного харчування, збідненого на натуральні рослинні продукти, спостерігається порушення обміну вітамінів. Дещо вища потреба у вітамінах у молодих тварин, а також під час захворювань. Нині відомо понад 20 вітамінів, які мають безпосереднє значення для здоров'я людини та тварин. Усі вони розподілені на дві групи: жиророзчинні (кальциферол – віт. D, каротиноїд – провітамін A, ретинол – віт. A, токоферол – віт. E, філохінон – віт. K) водорозчинні (аскорбінова кислота – віт. C, біотин – віт. H, нікотинова кислота – віт. PP, пантотенова кислота – віт. B5, піридоксин – віт. B6, рибофлавін – віт. B2, фолієва кислота – віт. B9, ціанокобаламін – віт. B12).

Розглянемо декілька з них. Нестача (гіповітаміноз) віт. A спричинює патологічні зміни у функції епітеліальних тканин шкіри, дихальних шляхів, травного апарату, нервової та ендокринної систем. Слизові оболонки та шкіра висихають, розрихлюються, відбувається ороговіння епітелію (гіперкератоз), послаблюється їхня бар'єрна функція. Крім того, з'являються дегенеративні зміни в нервовій тканині, порушується координація рухів, виникають атаксія, паралічі [56].

При нестачі (гіповітамінозі) віт. E накопичуються перекиси жирних кислот, які пошкоджують клітинні мембрани, спричиняючи дегенеративні зміни у статевих залозах, внутрішніх органах, скелетній мускулатурі, внаслідок чого порушується вагітність та припиняється розвиток ембріона [8].

У ссавців біотин (віт. H) служить коферментом для чотирьох карбоксилаз, які відіграють важливу роль у метаболізмі глюкози, амінокислот і жирних кислот [41]. Дефіцит біотину призводить до зниження швидкості проліферації клітин, порушення імунної функції й аномальний розвиток плода [30]. Науково доведено, що біотин також відіграє важливу роль у регуляції експресії генів, впливаючи на деякі ефекти біотину у клітинній біології та розвитку плода [7]. Дослідження мікроматриць ДНК й інші дослідження щодо експресії генів показали, що біотин впливає на транскрипцію генів, що кодують цитокіни і їхні рецептори, онкогени та гени, що беруть участь у метаболізмі глюкози, і гени, які відіграють роль у гомеостазі біотину у клітинах [39].

Висновки

Аналіз ринку кормових добавок для непродуктивних тварин виявив значну кількість закордонних продуктів, які мають досить високу вартість та містять лише морепродукти чи пивні дріжджі з різноманітними вітамінними добавками. Аналіз літератури та попередніх досліджень дав змогу ефективно поєднати рослинні компоненти і морепродукти для збалансування повноцінного харчування з метою запобігання порушень у роботі різних біологічних систем організму непродуктивних тварин.

Поєднання вищезазначених складників кормових добавок ПрофіЛайн сприяє нормалізації всіх біохімічних процесів в організмі тварин, покращенню загального клінічного стану та інших показників залежно від направленості дії кормової добавки.

Перспективи подальших досліджень. Провести дослідження на групах тварин (собаки та коти) щодо застосування кормових добавок з контролем клінічного стану тварин та динаміки гематологічних показників.

References

1. Bershtejn, L. M. (2012) Ursolovaya kislota kak protivopukholevye sredstvo i ak-tivator belka-onkosupressora pten i burogo zhira. *Voprosy` onkologi*, 6, 744–747 [In Russian].
2. Abuelo, A., Alves-Nores, V., Hernandez, J., Muiño, R., Benedito, J. L., & Castillo, C. (2016). Effect of Parenteral Antioxidant Supplementation During the Dry Period on Postpartum Glucose Tolerance in Dairy Cows. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30 (3), 892–898. doi: 10.1111/jvim.13922.
3. Aghwan, Z. A., Sazili, A. Q., Kadhim, K. K., Alimon, A. R., Goh, Y. M., & Adeyemi, K. D. (2015). Effects of dietary supplementation of selenium and iodine on growth performance, carcass characteristics and histology of thyroid gland in goats. *Animal Science Journal*, 87 (5), 690–696. doi: 10.1111/asj.12484.
4. Al-Badu, L.-E., Smirnov, O., & Kalachniuk, L. (2018). Dietetic ingredients of small animals suffering from obesity and their biological role. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (92), 3–7. doi: 10.32718/nvlvet9201.
5. Taylor, A. G., & Savage, C. (2006). Fatty acid composition of New Zealand green-lipped mussels, *Perna canaliculus*: Implications for harvesting for n-3 extracts. *Aquaculture*, 261 (1), 430–439. doi: 10.1016/j.aquaculture.2006.08.024.
6. Azembaev, A. A., Kusnieva, A. E., & Adibaeva, G. K. (2011). Lekarstvennye travy v tradicionnoj vostochnoj medicine. *Vestnik KazNMU* 2, 193–195 [In Russian].
7. Bandeira, L.G., Bortolot, B.S., Cecatto, M.J., Monte-Alto-Costa, A., & Romana-Souza, B. (2015). Exogenous Tryptophan Promotes Cutaneous Wound Healing of Chronically Stressed Mice through Inhibition of TNF- α and IDO Activation. *PLOS ONE*, 10 (6), e0128439. doi: 10.1371/journal.pone.0128439.
8. Dakshinamurti, K., & Li, W. (1994). Transcriptional regulation of liver phosphoenolpyruvate carboxykinase by biotin in diabetic rats. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 132 (2), 127–132. doi: 10.1007/bf00926921.
9. Dalia, A. M., Loh, T. C., Sazili, A. Q., Jahromi, M. F., & Samsudin, A. A. (2018). Effects of vitamin E, inorganic selenium, bacterial organic selenium, and their combinations on immunity response in broiler chickens. *BMC Veterinary Research*, 14 (1). doi: 10.1186/s12917-018-1578-x.
10. Di Cerbo, A., Iannitti, T., Guidetti, G., Centenaro, S., Canello, S., & Cocco, R. (2018). A nutraceutical diet based on *Lespedeza* spp., *Vaccinium macrocarpon* and *Taraacum officinale* improves spontaneous feline chronic kidney disease. *Physiological Reports*, 6 (12), e13737. doi: 10.14814/phy2.13737.
11. Dkhil, M., Zrieq, R., Al-Quraishy, S., & Abdel Moneim, A. (2016). Selenium Nanoparticles Attenuate Oxidative Stress and Testicular Damage in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Molecules*, 21 (11), 1517. doi: 10.3390/molecules21111517.
12. Duntas, L. H., & Benavenga, S. (2014). Selenium: an element for life. *Endocrine*, 48 (3), 756–775. doi: 10.1007/s12020-014-0477-6.
13. Duntas, L. H. (2009). Selenium and Inflammation: Underlying Anti-inflammatory Mechanisms. *Hormone and Metabolic Research*, 41 (06), 443–447. doi: 10.1055/s-0029-1220724.
14. Freye, E. (1976). Cardiovascular effects of high doses of thiamine (Vit. B1) in the dog with special reference to myocardial oxygen consumption. *Basic Research in Cardiology*, 71 (2), 192–198. doi: 10.1007/bf01927871.
15. Grazul-Bilska, A. T., Neville, T. L., Borowczyk, E., Sharma, A., Reynolds, L. P., Caton, J.S.,

- Redmer, D. A. & Vonnahme, K. A. (2014). Ovarian and uterine characteristics and onset of puberty in adolescent offspring: Effects of maternal diet and selenium supplementation in sheep. *Theriogenology*, 81 (7), 887–895. doi: 10.1016/j.theriogenology.2013.12.024.
16. Guisbiers, G., Lara, H. H., Mendoza-Cruz, R., Naranjo, G., Vincent, B. A., Peralta, X. G., & Nash, K. L. (2017). Inhibition of *Candida albicans* biofilm by pure selenium nanoparticles synthesized by pulsed laser ablation in liquids. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 13 (3), 1095–1103. doi: 10.1016/j.nano.2016.10.011.
17. Hall, J. A., Yerramilli, M., Obare, E., Yerramilli, M., Almes, K., & Jewell, D. E. (2016). Serum Concentrations of Symmetric Dimethylarginine and Creatinine in Dogs with Naturally Occurring Chronic Kidney Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30 (3), 794–802. doi: 10.1111/jvim.13942.
18. Hayes, K. C., & Trautwein, E. A. (1989). Taurine Deficiency Syndrome in Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 19 (3), 403–413. doi: 10.1016/s0195-5616(89)50052-4.
19. Howell, A. B., Botto, H., Combescure, C., Blanc-Potard, A.-B., Gausa, L., Matsumoto, T., Tenke, P., Sotto, A. & Lavigne, J.-P. (2010). Dosage effect on uropathogenic *Escherichia coli* anti-adhesion activity in urine following consumption of cranberry powder standardized for proanthocyanidin content: a multicentric randomized double blind study. *BMC Infectious Diseases*, 10 (1). doi: 10.1186/1471-2334-10-94.
20. Jaworek, J., Konturek, S. J., Tomaszewska, R., Leja-Szpak, A., Bonior, J., Nawrot, K., Palonek, M., Stachura, J., & Pawlik, W. W. (2004). The circadian rhythm of melatonin modulates the severity of caerulein-induced pancreatitis in the rat. *Journal of Pineal Research*, 37 (3), 161–170. doi: 10.1111/j.1600-079x.2004.00153.x.
21. Jensen, A. P., & Bjørnvad, C. R. (2019). Clinical effect of probiotics in prevention or treatment of gastrointestinal disease in dogs: A systematic review. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33 (5), 1849–1864. doi: 10.1111/jvim.15554.
22. Kaplan, J. L., Stern, J. A., Fascetti, A. J., Larsen, J. A., Skolnik, H., Peddle, G. D., Kienle, R. D., Waxman, A., Cocchiari, M., Gunther-Harrington, C. T., Klose, T., LaFauci, K., Lefbom, B., Lamy, M. M., Malakoff, R., Nishimura, S., Oldach, M., Rosenthal, S., Stauthammer C., O'Sullivan, L., Visser, L. C., Williams, R., & Ontiveros, E. (2018). Correction: Taurine deficiency and dilated cardiomyopathy in golden retrievers fed commercial diets. *PLOS ONE*, 13 (12), e0210233. doi: 10.1371/journal.pone.0210233.
23. Kittleson, M. D., Keene, B., Pion, P. D., & Loyer, C. G. (1997). Results of the Multicenter Spaniel Trial (MUST): Taurine-and Carnitine-Responsive Dilated Cardiomyopathy in American Cocker Spaniels With Decreased Plasma Taurine Concentration. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 11 (4), 204–211. doi: 10.1111/j.1939-1676.1997.tb00092.x.
24. Koopmans, S., Ruis, M., Dekker, R., Vandiepen, H., Korte, M., & Mroz, Z. (2005). Surplus dietary tryptophan reduces plasma cortisol and noradrenaline concentrations and enhances recovery after social stress in pigs. *Physiology & Behavior*, 85 (4), 469–478. doi:10.1016/j.physbeh.2005.05.010/
25. Konturek, P. C., Burnat, G., Brzozowski, T., Zopf, Y., & Konturek, S. J. (2008). Tryptophan free diet delays healing of chronic gastric ulcers in rat. *J Physiol Pharmacol*, 59 (12), 53–65.
26. Lans, C., Turner, N., Khan, T., Brauer, G., & Boepple, W. (2007). Ethnoveterinary medicines used for ruminants in British Columbia, Canada. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3 (1), 11. doi: 10.1186/1746-4269-3-11.
27. Lauer, J. W. (1958). Observations on Schizophrenic Patients After Iproniazid and Tryptophan. *Archives of Neurology And Psychiatry*, 80 (1), 122–130. doi: 10.1001/archneurpsyc.1958.02340070140021.
28. Do Reo Leal, M. L., de Camargo, E. V., Henrique Ross, D., Molento, M. B., dos Anjos Lopes, S. T., & da Rocha, J. B. T. (2010). Effect of selenium and vitamin E on oxidative stress in lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Veterinary Research Communications*, 34 (6), 549–555. doi:10.1007/s11259-010-9426-x.
29. Le Floch, N., Otten, W., & Merlot, E. (2010). Tryptophan metabolism, from nutrition to potential therapeutic applications. *Amino Acids*, 41 (5), 1195–1205. doi:10.1007/s00726-010-0752-7.
30. Lieberman, H.R. (2003). Nutrition, brain function and cognitive performance. *Appetite*, 40 (3), 245–254. doi: 10.1016/s0195-6663(03)00010-2.
31. Lu, J., & Holmgren, A. (2009). Selenoproteins. *Journal of Biological Chemistry*, 284 (2), 723–727.
32. Luhby, A. L., Cooperman, J. M., & Donnenfeld, A. M. (1959). Placental Transfer and Biological Half-life of Radioactive Vit. B12 in the Dog. *Experimental Biology and Medicine*, 100 (2), 214–217. doi: 10.3181/00379727-100-24576.

33. Majewska, M., Zajac, K., Zemelka, M. & Szczepanik, M. (2007). Influence of melatonin and its precursor L-tryptophan on Th1 dependent contact hypersensitivity. *J. Physiol. Pharmacol*, 58 (6), 125–132.
34. Markus, C. R., Verschoor, E., Firk, C., Kloek, J., & Gerhardt, C. C. (2010). Effect of tryptophan-rich egg protein hydrolysate on brain tryptophan availability, stress and performance. *Clinical Nutrition*, 29 (5), 610–616. doi: 10.1016/j.clnu.2010.01.003.
35. Mock, D. M. (2006). Handbook of Vitamins. *Zemleni, J*, 361–384.
36. Moeini, M. M., Karami, H., & Mikaeili, E. (2009). Effect of selenium and vitamin E supplementation during the late pregnancy on reproductive indices and milk production in heifers. *Animal Reproduction Science*, 114 (1–3), 109–114. doi: 10.1016/j.anireprosci.2008.09.012.
37. Hosseini-Sharifabad, A., Moosavirad, S., Rabbani, M., & Sharifzadeh, M. (2016). Protective effect of vitamin C, vitamin B12 and omega-3 on lead-induced memory impairment in rat. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 11 (5), 390–396. doi: 10.4103/1735-5362.192490.
38. National Research Council. (2006). *Nutrient Requirements of Dogs and Cats*. Washington, DC: The National Academies Press. doi: 10.17226/10668.
39. Nelson, D. L., Cox, M. M. (2013). *Lehninger Principles of Biochemistry*. New York: W. H. Freeman.
40. Oberbauer, A. M., Daniels, R., Levy, K., Famula, T. R., Mundell, P., & Kelley, R. (2018). Maternal omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on offspring hip joint conformation. *PLOS ONE*, 13 (8), e0202157. doi: 10.1371/journal.pone.0202157.
41. Pascual, A., & Aranda, A. (2013). Thyroid hormone receptors, cell growth and differentiation. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1830 (7), 3908–3916.
42. Rayman, M. P. (2000). The importance of selenium to human health. *The Lancet*, 356 (9225), 233–241. doi: 10.1016/s0140-6736(00)02490-9.
43. Rivero-Perez, N., Hernández-Alvarado, J. L., Valladares-Carranza, B., Delgadillo-Ruiz, L., Ojeda-Ramírez, D., Sosa-Gutiérrez, C. G., Morales-Ubaldo, A.L., Vega-Sanchez, V., & Zaragoza-Bastida, A. (2019). *Salix babylonica* L. as a Natural Anticoccidial Alternative in Growing Rabbits. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019, 1–8. doi: 10.1155/2019/2107231.
44. Rodriguez-Melendez, R., & Zemleni, J. (2003). Regulation of gene expression by biotin. *The Journal of nutritional biochemistry*, 14 (12), 680–690.
45. Rowntree, J. E., Hill, G. M., Hawkins, D. R., Link, J. E., Rincker, M. J., Bednar, G. W., & Kreft, R. A. (2004). Effect of Se on selenoprotein activity and thyroid hormone metabolism in beef and dairy cows and calves. *Journal of Animal Science*, 82 (10), 2995–3005. doi: 10.2527/2004.82102995x.
46. Said, H. M. (2013). Recent advances in transport of water-soluble vitamins in organs of the digestive system: a focus on the colon and the pancreas. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 305 (9), G601–G610. doi: 10.1152/ajpgi.00231.2013.
47. Samolińska, W., & Grela, E. R. (2016). Comparative Effects of Inulin with Different Polymerization Degrees on Growth Performance, Blood Trace Minerals, and Erythrocyte Indices in Growing-Finishing Pigs. *Biological Trace Element Research*, 176 (1), 130–142. doi: 10.1007/s12011-016-0796-y.
48. Schuller-Levis, G., Mehta, P.D., Rudelli, R., & Sturman, J. (1990). Immunologic Consequences of Taurine Deficiency in Cats. *Journal of Leukocyte Biology*, 47 (4), 321–331. doi:10.1002/jlb.47.4.321.
49. Schrauzer, G. N. (2008). Effects of Selenium and Low Levels of Lead on Mammary Tumor Development and Growth in MMTV-infected Female Mice. *Biological Trace Element Research*, 125 (3), 268–275. doi: 10.1007/s12011-008-8172-1.
50. Soualeh, N., Stiévenard, A., Baudelaire, E., Soulimani, R., & Bouayed, J. (2017). Improvement of cytoprotective and antioxidant activity of *Rosa canina* L. and *Salix alba* L. by controlled differential sieving process against H₂O₂-induced oxidative stress in mouse primary splenocytes. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 87 (3–4), 191–200. doi: 10.1024/0300-9831/a000506.
51. Suchý, P., Straková, E., & Herzig, I. (2014). Selenium in poultry nutrition: a review. *Czech Journal of Animal Science*, 59 (11), 495–503. doi: 10.17221/7730-cjas.
52. Szewczyk, A., Zagaja, M., Bryda, J., Kosikowska, U., Stępień-Pyśniak, D., Winiarczyk, S., & Andres-Mach, M. (2019). Topinambur – new possibilities for use in a supplementation diet. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 26(1), 24–28. doi: 10.26444/aaem/102767.
53. Ito, T., Oishi, S., Takai, M., Kimura, Y., Uozumi, Y., Fujio, Y., Schaffer S.W., & Azuma, J. (2010). Cardiac and skeletal muscle abnormality in taurine transporter-knockout mice. *Journal of Biomedical Science*, 17 (1), S20. doi: 10.1186/1423-0127-17-s1-s20.

54. Terris, M. K., Issa, M. M., & Tacker, J. R. (2001). Dietary supplementation with cranberry concentrate tablets may increase the risk of nephrolithiasis. *Urology*, 57 (1), 26–29. doi: 10.1016/s0090-4295(00)00884-0.
55. Tomczykowa, M., Tomczyk, M., Jakoniuk, P., & Tryniszewska, E. (2008). Antimicrobial and antifungal activities of the extracts and essential oils of *Bidens tripartita*. *Folia Histochemica et Cytobiologica*, 46 (3). doi: 10.2478/v10042-008-0082-8.
56. Tran, P. A., & Webster, T. J. (2012). Nanostructured selenium anti-cancer coatings for orthopedic applications. *Nanomedicine*, 180–235. doi: 10.1533/9780857096449.2.180.
57. Van Zyl, E. A., Botha, F. S., Eloff, K. J. N., Msuntsha, P. P., Oosthuizen, P. A., & Stevens, C. (2017). The use of *Lespedeza cuneata* for natural control of gastrointestinal nematodes in Merino sheep. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 84 (1). doi: 10.4102/ojvr.v84i1.1259.
58. Vukov, K., Erdélyi, M., & Pichler-Magyar, E. (1993). Preparation of Pure Inulin and Various Inulin-Containing Products from Jerusalem Artichoke for Human Consumption and for Diagnostic Use. *Studies in Plant Science*, 341–345. doi: 10.1016/b978-0-444-89369-7.50048-8.
59. Webster, T., Wang, Q., & Larese-Casanova, P. (2015). Inhibition of various gram-positive and gram-negative bacteria growth on selenium nanoparticle coated paper towels. *International Journal of Nanomedicine*, 10, 2885. doi: 10.2147/ijn.s78466.
60. Welles, E. G., Boudreaux, M. K., & Tyler, J. W. (1993). Platelet, antithrombin, and fibrinolytic activities in taurine-deficient and taurine-replete cats. *Am J Vet Res.*, 54 (8), 1235–43.
61. Wiseman, E. M., Bar-El Dadon, S., & Reifen, R. (2016). The vicious cycle of vitamin a deficiency: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57 (17), 3703–3714. doi: 10.1080/10408398.2016.1160362.
62. Wu, G.-F., Ren, S., Tang, R.-Y., Xu, C., Zhou, J.-Q., Lin, S.-M., Feng, Y., Yang, Q.-H., Hu, J.-M., & Yang, J.-C. (2017). Antidepressant effect of taurine in chronic unpredictable mild stress-induced depressive rats. *Scientific Reports*, 7 (1). doi: 10.1038/s41598-017-05051-3.
63. Yang F., Tang Q., Zhong, X., Bai, Y., Chen, T., Zhang, Y., & Zheng, W. (2012). Surface decoration by *Spirulina* polysaccharide enhances the cellular uptake and anticancer efficacy of selenium nanoparticles. *International Journal of Nanomedicine*, 835. doi: 10.2147/ijn.s28278.
64. Yang, C., Chowdhury, M. A., Huo, Y., & Gong, J. (2015). Phytochemical Compounds as Alternatives to In-Feed Antibiotics: Potentials and Challenges in Application. *Pathogens*, 4 (1), 137–156. doi: 10.3390/pathogens4010137.

Стаття надійшла до редакції 29.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Сапко С. А. Дослідження щодо ефективності використання кормових добавок для собак та кішок. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 183–190.

© Сапко Світлана Анаоліївна, 2019

THE EFFECTIVENESS OF ACARICIDAL PREPARATIONS AT RABBIT PSOROPTIC MANGE AND THEIR INFLUENCE ON HEMATOLOGICAL INDICES

O. V. Kruchynenko,

ORCID ID: [0000-0003-3508-0437](https://orcid.org/0000-0003-3508-0437), E-mail: oleg.kruchynenko@pdaa.edu.ua,

M. O. Lisnyi,

ORCID ID: [0000-0002-0393-7494](https://orcid.org/0000-0002-0393-7494), E-mail: maksim.lesnoy4411@gmail.com,

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

Rabbit psoroptic mange (common scab) is a widely spread acariform rabbit disease in Ukraine. The animals are diseased with it from the second month of life. The disease is caused by Acariformes of *Psoroptes cuniculi* species (Delafond, 1859), and it is manifested by the lesion of mainly internal surface of one or two concha, forming massive, solid scabs and plugs in them, which is accompanied by otitis of various character, scratching the diseased ears with limbs, spreading inflammatory process on the concha base skin, neck and limbs and its transition to the tympanum and internal ear with further meningitis complication. The research results concerning therapeutic effectiveness of vegetable oil with 10 % of garlic, ozonized olive oil and 2 % brovermectin (1 ml of the preparation contains 20 mg of ivermectin) and their effect on hematological indices of rabbits are presented in the article. To conduct the experiment on the private farm in the village of Bobrivnyk, Zinkiv district, Poltava region, three groups of Flandre breed rabbits were formed ($n=6$), 9–12 months of age, which were spontaneously infected with *P. cuniculi* ear tick. Blood for hematological study was selected before treatment and on the 14th day. Vegetable oil with garlic and ozonized olive oil were used locally three times a day, and 2 % brovermectin was administered orally for 5 days. The effectiveness of curative treatments was estimated according to extense- and intense effectiveness (EE and IE) indices on the 14th day from the beginning of treatment. Using oil and official preparation did not have any side effects, which was confirmed by clinical observations. In case of rabbits' infestation with *P. cuniculi* ticks, the therapeutic effectiveness of vegetable oil with 10 % garlic, ozonized olive oil and 2 % brovermectin made 100 % on the 14th day. Rabbit psoroptic invasion is manifested by changing the indices of blood stream, and namely: erythrocytopenia, leukocytopenia, lymphocytopenia, decreasing hemoglobin content, and monocytosis. After rabbits' treatment, on the 14th day, the blood stream indices were gradually normalized, which was manifested by reliable increasing hemoglobin content, the number of erythrocytes, leukocytes, and lymphocytes ($p<0.05$) and decreasing the number of monocytes ($p<0.05$).

Keywords: *P. cuniculi*, brovermectin, vegetable oil with garlic, ozonized olive oil.

ЕФЕКТИВНІСТЬ АКАРИЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ У ХВОРИХ НА ПСОРОПТОЗ КРОЛІВ І ЇХ ВПЛИВ НА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ

О. В. Кручиненко, М. О. Лісний,

Полтавська державна аграрна академія, Полтава, Україна

Псороптоз кролів – надзвичайно поширене в Україні акариформне захворювання кролів. Хвороба вражає тварин, починаючи з 2-ох місячного віку, її збудником є акариформний кліщ виду *Psoroptes cuniculi* (Delafond, 1859). Хвороба проявляється ураженням переважно внутрішньої поверхні однієї чи обох вушних раковин, утворенням у них масивних, щільних кірок і пробок, що супроводжується виникненням різного характеру отиту, розчісуванням уражених вух кінцівками, поширенням запального процесу на шкіру основи вушних раковин, на шию та кінцівки і переходом його на середнє і вну-

трішнє вуха з подальшим ускладненням менінгітом. У статті наведені результати досліджень щодо лікувальної ефективності олії з часником 10 %, озонованої оливкової олії й бровермектину 2 % (1 мл препарату містить 20 мг івермектину) та їхнього впливу на гематологічні показники у кролів. Для проведення досліду в умовах приватного господарства с. Бобрівник Зіньківського району Полтавської області було сформовано 3 групи кролів ($n=6$) віком 9–12 міс. породи Фландр, спонтанно уражених вушним кліщем *P. cuniculi*. Кров для гематологічних досліджень відбирали до початку лікування та на 14-ту добу. Олію з часником та озоновану оливкову олію застосовували місцево тричі через день, а бровермектин 2 % перорально впродовж 5-ти діб. Ефективність лікувальних обробок оцінювали за показниками екстенс- та інтенсефективності (ЕЕ та ІЕ) на 14-ту добу від початку лікування. Застосовані олії й офіційний препарат не мали побічних ефектів, що підтверджується клінічними спостереженнями. У разі ураження кролів кліщами *P. cuniculi* лікувальна ефективність олії з часником 10 %, озонованої оливкової олії і бровермектину 2 % на 14-ту добу становить 100 %. Псороптозна інвазія у кроликів проявляється змінами показників кровоносного русла, а саме: еритроцитопенією, лейкоцитопенією, лімфоцитопенією, зниженням вмісту гемоглобіну та моноцитозом. Після лікування кролів на 14-ту добу показники кров'яного русла поступово приходили до норми, про що свідчило достовірне підвищення вмісту гемоглобіну, кількості еритроцитів, лейкоцитів і лімфоцитів ($p<0,05$) та зменшення кількості моноцитів ($p<0,05$).

Ключові слова: *P. cuniculi*, бровермектин, олія з часником, озонована оливкова олія.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АКАРИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ПСОРОПТОЗЕ КРОЛИКОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

О. В. Кручиненко, М. А. Лесной,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В статье приведены результаты исследований по лечебной эффективности масла с чесноком 10 %, озонированного оливкового масла и бровермектина 2 % и их влияния на гематологические показатели у кроликов. В условиях частного хозяйства с. Бобриный Зеньковского района было сформировано 3 группы кроликов ($n=6$) в возрасте 9–12 мес. породы Фландр, спонтанно инвазированных *P. cuniculi*. Кровь отбирали до начала лечения и на 14 сутки. Масло с чесноком и озонированное оливковое масло применяли местно трижды через день, а бровермектин 2 % перорально на протяжении 5-ти суток. Препараты не имели побочных эффектов. При поражении кроликов клещами *P. cuniculi* лечебный эффект масла с чесноком, озонированного масла и бровермектина 2 % на 14-е сутки составляет 100 %. После лечения кроликов на 14-е сутки в крови достоверно повышается содержание гемоглобина, количество эритроцитов, лейкоцитов и лимфоцитов ($p<0,05$) и уменьшается количество моноцитов ($p<0,05$).

Ключевые слова: *P. cuniculi*, бровермектин, масло с чесноком, озонированное оливковое масло.

Вступ

Кролівництво є однією з найперспективніших галузей тваринництва, яка швидко розвивається [8]. Кролі відрізняються високою інтенсивністю розмноження, тому в короткий термін можна отримати значну кількість дієтичного м'яса, дешевої хутрової сировини та пуху [10]. Однак паразитарні хвороби стримують розвиток кролівництва [4, 7, 13, 14].

Псороптоз кролів – надзвичайно поширене в Україні акариформне захворювання кролів з 2-ох місячного віку, яке спричинює кліщ *Psoroptes cuniculi* [11]. Хвороба характеризується ураженням переважно внутрішньої поверхні однієї чи обох вушних раковин, утворенням у них масивних, щільних кірок і пробок, що супроводжується виникненням різного характеру отиту, розчісуванням уражених вух кінцівками, поширенням запального процесу на шкіру основи вушних раковин, на шию та кінцівки і переходом його на середнє і внутрішнє вуха, з подальшим ускладненням менінгітом [17, 19].

Клінічні ознаки псороптозу можуть спостерігатися у 1,5–2-х місячному віці [15].

За даними О. С. Клименка (2015), ураженість кролів *Psoroptes cuniculi* становила 37,68 % за інтенсивності 28,76 екземплярів з 1 см² поверхні шкіри. Найвищі показники ЕІ у тварин псороптесами реєстрували у Кременчуцькому, Миргородському та Диканському районах [10].

Дослідники у разі експериментального зараження кроликів кліщами *Psoroptes cuniculi*, спостерігали зміни морфологічних показників крові. Зокрема, у кролів двох дослідних груп відмічали еритро-

цитопенію, зниження вмісту гемоглобіну, моноцитоз та зростання паличкоядерних нейтрофілів [17].

У результаті досліджень виявлено, що високий рівень продуктів перекисного окислення ліпідів є одним із факторів, що провокують організм кролів до зараження *Psoroptes cuniculi* [18].

З'ясовано, що ефективність препарату «Профіверм 1 %» у разі псороптозу кролів становила 100 % (за умови системного застосування) й 96 % (за умови місцевого) [22].

Варто зазначити, що поряд з високими показниками лікувальної ефективності ін'єкційних форм івермектину, деякі дослідники вказують на один із важливих недоліків ін'єкційних форм препаратів, а саме больову реакцію при введенні [12]. Тому більшої популярності набувають безболісні методи обробки хворих тварин. Зокрема, автори використовували білкові екстракти зі штамів *Bacillus thuringiensis* [3].

Після обробки 1 % та 5 % орегановою олією вух кроликів у разі псороптозу кліщів *P. cuniculi* в дослідних тварин не виявляли [16].

Метою дослідження було з'ясувати ефективність акарицидних препаратів у хворих на псороптоз кролів та їх вплив на гематологічні показники.

Завданням досліджень стало встановити лікувальну ефективність бровермектину 2 %, озонованої оливкової олії та олії з часником і їхній вплив на гематологічні показники хворих на псороптоз кролів.

Матеріали і методи досліджень

Робота виконана в умовах неблагополучного щодо псороптозу господарства в с. Бобрівник Зіньківського району Полтавської області.

З метою виявлення кліщів – нашкодників *Psoroptes cuniculi*, був проведений відбір матеріалу у хворих кроликів. Для виявлення коростяних кліщів використали вітальний метод А. В. Алфімової [20].

Вісімнадцять кролів, уражених *Psoroptes cuniculi*, обох статей породи Фландр віком 9–12 місяців поділили на три групи за принципом аналогів (n=6). Дослідних тварин ізолювали від основного стада, перемістивши їх в інші клітки.

Першу групу дослідних кролів (G1) лікували олією з часником 10 %, другій (G2) застосовували озоновану оливкову олію, а третій (G3) задавали перорально Бровермектин 2 %. 10 % розчин олії з часником готували таким чином: до 36 см³ рослинної олії додавали 4 см³ соку часника й ретельно розмішували. Потім поставили в темне місце, настоювали впродовж 24 годин і процідили через марлю. Олію з часником й озоновану оливкову олію застосовували так: за допомогою марлевого тампону змазували обидва уражених вуха один раз на добу тричі через день. Бровермектин 2 % застосовували таким чином: дозу препарату розділили на 5 частин і щодня розводили одну частину в 1/2 добової норми води. Препарат застосовували впродовж п'яти діб. Ефективність препаратів оцінювали за показниками екстенс- та інтенсефективності (ЕЕ та ІЕ) на 14-ту добу від початку лікування.

Гематологічні дослідження проводили на базі комунального підприємства «Обласна клінічна лікарня відновного лікування та діагностики з обласними центрами планування сім'ї та репродукції людини, медичної генетики Полтавської обласної ради» м. Полтава. Кров відбирали з вени вуха до годівлі від кожної тварини в окрему пробірку з гепарином. Підрахунок кількості еритроцитів та лейкоцитів проводили за допомогою лічильної камери Горяєва. Вміст гемоглобіну визначали гемоглобінічним методом. Лейкограму виводили методом підрахунку окремих лейкоцитів у фіксованих мазках крові, пофарбованих за методом Романовського-Гімза. Швидкість осідання еритроцитів визначали за методом Т. П. Панченкова. Від кожної дослідної групи кров відбирали двічі до застосування препаратів й на 14-ту добу після.

Статистично-математичну обробку отриманих результатів досліджень вираховували на персональному комп'ютері з використанням програми Statistica 10 (StatSoft Inc., USA, 2011). Порівняння у групах відносно гематологічних показників у кролів до та після лікування здійснювали використовуючи критерій Уїлкоксона. Дані в таблицях представлені як середнє арифметичне та стандартна помилка ($\bar{x} \pm SE$).

Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень свідчать, що до застосування препаратів у всіх трьох дослідних групах ЕІ становила 100 %, проте інтенсивність інвазії була різною (табл. 1). У першій групі вона становила 10–14 екз. / 1 г кірочок, у другій 8–12, а у третій – 12–16. На 14-ту добу від початку застосування кролям олії з часником, озонованої оливкової олії й бровермектину 2 % у вушних раковинах не виявлено жодного кліща.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Отже, екстенсивність та інтенсивність препаратів становила 100 %.

1. Лікувальна ефективність препаратів у разі псороптозу кролів (n=6)

Групи тварин	До лікування		Через 14 діб після лікування		ЕЕ, %	ІЕ, %
	П, екз. в 1г кірочок	ЕІ, %	П, екз. в 1 г кірочок	ЕІ, %		
G1	10-14	100	-	-	100	100
G2	8-12	100	-	-	100	100
G3	12-16	100	-	-	100	100

Примітки: ЕІ – екстенсивність інвазії, П – інтенсивність інвазії, ЕЕ – екстенсивність, ІЕ – інтенсивність.

У табл. 2 наведені дані щодо динаміки гематологічних показників у кроликів до та після лікування їх олією з часником (G1). На 14 добу після лікування у хворих тварин була відмічена позитивна динаміка щодо гематологічних показників. Вміст гемоглобіну достовірно підвищувався ($p < 0,05$), зростала кількість еритроцитів і лейкоцитів ($p < 0,05$) та зменшувалася кількість моноцитів ($p < 0,05$). Інші показники не мали вірогідної різниці.

2. Вплив на гематологічні показники кролів олії з часником ($\bar{x} \pm SE$, n=6)

Показники		До лікування	14 доба	Реферативні норми
Гемоглобін, г/л		68,33±3,12	81,5±2,03*	67,0–81,0
Еритроцити, Т/л		2,65±0,13	3,65±0,17*	3,9–8,1
Лейкоцити, Г/л		2,48±0,11	5,7±0,8*	3,52–7,32
ШОЕ, мм/год		5,67±0,91	3,83±0,31	2,34–5,7
Нейтрофіли	п, %	1,17±0,41	1,0±0,1	5–9
	с, %	38,5±2,36	32,0±0,89	33–39
Еозинофіли, %		0,17±0,17	1±0,1	1–3
Лімфоцити, %		50,83±2,39	59,5±1,06*	43–62
Моноцити, %		9,33±0,08	6,5±0,43*	1–4

Примітка: * – $p < 0,05$.

Отже, лікування кролів у разі хвороби на псороптоз олією з часником нормалізувало гематологічні показники на 14 добу.

У хворих тварин спостерігалася позитивна динаміка гематологічних показників після застосування їм озонованої оливкової олії з часником (табл. 3). На 14 добу кількість лейкоцитів та лімфоцитів достовірно підвищувалися ($p < 0,05$), та знижувалася кількість сегментоядерних нейтрофілів і моноцитів ($p < 0,05$). Інші показники не мали вірогідної різниці.

3. Вплив на гематологічні показники кролів озонованої оливкової олії ($\bar{x} \pm SE$, n=6)

Показники		До лікування	14 доба	Реферативні норми
Гемоглобін, г/л		78,0±9,2	81,7±4,21	67,0–81,0
Еритроцити, Т/л		3,3±0,21	3,43±0,11	3,9–8,1
Лейкоцити, Г/л		2,83±0,16	4,6±0,5*	3,52–7,32
ШОЕ, мм/год		4,3±0,49	4,33±0,49	2,34–5,7
Нейтрофіли	п, %	1,5±0,34	1,7±0,17	5–9
	с, %	39,7±1,17	29,0±0,93*	33–39
Еозинофіли, %		0,33±0,21	1,0±0,26	1–3
Лімфоцити, %		49,17±0,7	62,83±0,7*	43–62
Моноцити, %		9,3±0,61	6,0±0,44*	1–4

Примітка: * – $p < 0,05$.

Отже, після лікування кролів, хворих на псороптоз, озонованою оливковою олією гематологічні показники на 14 добу наближалися до норми.

Після застосування хворим на псороптоз кролям бровермектину 2 % відмічали покращення фізіологічного стану тварин (табл. 4). На 14 добу експерименту вірогідно підвищувався вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів і лейкоцитів ($p < 0,05$). Також достовірно підвищувалися ШОЕ, кількість лімфоцитів і паличкоядерних нейтрофілів ($p < 0,05$) та знижувалася кількість моноцитів ($p < 0,05$). Інші показники не мали вірогідної різниці.

4. Вплив на гематологічні показники кролів бровермектину 2% ($\bar{x} \pm SE$, n=6)

Показники		До лікування	14 доба	Реферативні норми
Гемоглобін, г/л		80,0 $\pm$ 5,83	81,5 $\pm$ 7,75*	67,0–81,0
Еритроцити, Т/л		3,03 $\pm$ 0,21	3,62 $\pm$ 0,22*	3,9–8,1
Лейкоцити, Г/л		2,81 $\pm$ 0,13	4,37 $\pm$ 0,46*	3,52–7,32
ШОЕ, мм/год		1,33 $\pm$ 0,21	3,67 $\pm$ 0,42*	2,34–5,7
Нейтрофіли	п, %	1,33 $\pm$ 0,33	1,83 $\pm$ 0,48*	5–9
	с, %	37,17 $\pm$ 1,01	29,83 $\pm$ 1,64	33–39
Еозинофіли, %		0,67 $\pm$ 0,33	1,33 $\pm$ 0,21*	1–3
Лімфоцити, %		51,83 $\pm$ 1,28	61,83 $\pm$ 1,25*	43–62
Моноцити, %		9,0 $\pm$ 0,37	5,17 $\pm$ 0,54*	1–4

Примітка: * – $p < 0,05$.

Отже, після застосування кролям, ураженим кліщами *Psoroptes cuniculi*, бровермектину 2 % гематологічні показники на 14 добу нормалізувалися.

Автори з'ясували, що оливкова олія з часником, майораном та озонована олія є дешевими, легкими в застосуванні та безпечними альтернативами звичайним препаратам без побічних ефектів від інвазії *O. cynotis* у кішок [21]. Результати наших досліджень збігаються з результатами інших науковців, адже ефективність олії з часником та озонованої олії на 14-ту добу становила 100 %. Крім того, вказані засоби мали позитивний вплив на гематологічні показники у кролів.

Інші дослідження свідчать, що використання 4 й 8 % розчинів артафідину забезпечувало високу терапевтичну ефективність у разі легкого, середнього й тяжкого ступеня ураження *P. cuniculi* кролів [2].

Дослідники використовували 1 % та 5 % ореганову олію у разі псороптозу. Після лікування кліщів *P. cuniculi* у дослідних тварин не виявляли [16]. Ми також виявили високий терапевтичний ефект бровермектину 2 %, олії з часником та озонованої оливкової олії на 14-ту добу експерименту.

Науковці застосовували комплексні схеми лікування кролів, хворих на псороптоз. Встановлено, що ЕЕ та ІЕ бровермектину 2 % на 15 добу експерименту становили 100 % [5]. Наші дані подібні до даних інших авторів, ефективність бровермектину на 14 добу становила 100 %, також вірогідно підвищувалися вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів, лейкоцитів, лімфоцитів та знижувалася кількість моноцитів ($p < 0,05$).

З'ясовано, що ефективність препарату «Профіверм 1 %» за псороптозу кролів становила 100 % (за умови системного застосування) й 96 % (за умови місцевого) [22]. Наші дані збігаються з даними дослідників, адже ефективність бровермектину також становила 100 %.

У разі експериментального зараження кроликів кліщами *P. cuniculi* науковці спостерігали зміни гематологічних показників крові. Зокрема, у кролів двох дослідних груп відмічали еритроцитопенію, зниження вмісту гемоглобіну, моноцитоз та зростання паличкоядерних нейтрофілів [17]. Подібну картину ми спостерігали у разі спонтанної інвазії кролів псороптесами. Завдяки проведеному лікуванню гематологічні показники у кролів були в межах норми на 14 добу.

Висновки

У разі ураження кроликів кліщами *P. cuniculi* лікувальна ефективність олії з часником, озонованої оливкової олії та бровермектину 2 % становить 100 %. Застосовані препарати не мають побічних ефектів. Псороптозна інвазія у кролів проявляється еритроцитопенією, лейкоцитопенією, лімфоцитопенією, зниженням вмісту гемоглобіну та моноцитозом. На чотирнадцяту добу, після лікування кролів, достовірно підвищувалися вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів, лейкоцитів і лімфоцитів ($p < 0,05$) та зменшувалася кількість моноцитів ($p < 0,05$).

Перспективи подальших досліджень. Перспективи подальших досліджень полягають у пошуку нових безболісних і безпечних засобів лікування кролів, хворих на псороптоз.

References

1. Arslan, H. H., Açıci, M., Umur, Ş., & Hökelek, M. (2008). *Psoroptes cuniculi* Infestation in Four Rabbits and Treatment with Ivermectin. *Türkiye Parazitoloj Derg.*, 32, 244–246.
2. Butakov, E. I., Domaczki, V. N., Maslova, E. N., Shamanskaya, L. D., & Belyj, D. S. (2013).

Ефективност екологічески безпечної препарату натурального походження при псорптозі кроликів. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 1, 49–52.

3. Dunstand-Guzman, E., Pena-Chora, G., Hallal-Calleros, C., Perez-Martinez, M., Hernandez-Velazquez, V. M., Morales-Montor, J., & Flores-Perez, F. I. (2015). Acaricidal effect and histological damage induced by *Bacillus thuringiensis* protein extracts on the mite *Psoroptes cuniculi*. *Parasites & Vectors*, 8, 285–293. doi: 10.1186/s13071-015-0890-6.

4. Elshahawy, I., & Elgoniemy, A. (2018). An epidemiological study on endoparasites of domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Egypt with special reference to their health impact. *Sains Malaysiana*, 47 (1), 9–18. doi: 10.17576/jsm-2018-4701-02.

5. Feshchenko, D. V., Zghozinska, O. A., Dubova, O. A., Bakhur, T. I., Honcharenko, V. P., & Stoliarova, Yu. O. (2019). Porivnialna efektyvnist kompleksnykh skhem likuvannia kroliv za pasalurozu ta psoroptozu. *Naukovyi Visnyk Veterynarnoi Medytsyny*, 1, 66–74 doi: 10.33245/2310-4902-2019-149-1-66-74 [In Ukrainian].

6. Frank, R., Kuhn, T., Mehlhorn, H., Rueckert, S., Pham, D., & Klimpel, S. (2013). Parasites of wild rabbits (*Oryctolagus cuniculi*) from an urban area in Germany, in relation to worldwide results. *Parasitology Research*, 112, 4255–4266. doi: 10.1007/s00436-013-3617-7.

7. Ilić, T., Stepanović, P., Nenadović, K., & Dimitrijević, S. (2018). Improving agricultural production of domestic rabbits in Serbia by follow-up study of their parasitic infections. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 19 (4), 290–297.

8. Kataeva, T. S. (2007). Bor`ba s psoroptozom krolikov. *Krolikovodstvo i Zverovodstvo*, 4, 27 [In Russian].

9. Kondrakhin, I. P. (2004) Metody` veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki. Moskva [In Russian].

10. Klymenko, O. S. (2015). Poshyrennia parazytoziv kroliv u pryvatnykh hospodarstvakh Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1–2, 109–112. doi: 10.31210/visnyk2015.1-2.23 [In Ukrainian].

11. Klymenko, O. S. (2015). Poshyrennia ta sezonno-vikova dynamika psoroptozu kroliv u pryvatnykh hospodarstvakh Poltavskoi oblasti. *International Scientific and Practical Conference World Science «Proceedings of the conference Methodology of Modern Research»*. Dubai: UAE [In Ukrainian].

12. Marhoon, I. A., Mattar, K. T., & Mohammad, F. I. (2018). Parasitic Infection in Wild Rabbits *Oryctolagus Cuniculus*. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, 13 (5), 55. doi: 10.29333/ejac/95252.

13. Mykhailiutenko, S. M., Kruchynenko, O. V., Klymenko, O. S., Serdioucov, J. K., Dmytrenko, N. I., & Tkachenko, V. V. (2019). Pathomorphological changes in the large intestine of rabbits parasitised by *Pasalus ambiguus* (Nematoda, Oxyuridae). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10 (1), 69–74. doi: 10.15421/021911.

14. Ola-Fadunsin, S. D., Hussain, K., Rabi, M., & Ganiyu, I. A. (2018). Parasitic conditions of domestic owned rabbits in Osun State, Southwestern Nigeria: Retrospective evaluation, risk factors and co-infestations. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 6 (2), 208–212. doi: 10.1016/j.ijvsm.2018.06.002.

15. Pasechnik, V. E. (2011). Psoroptoz krolikov (klinika i diagnostika). *Teoriya i Praktika Parazitarnykh Boleznj Zhivotnykh*, 12, 376–377 [In Russian].

16. Shang, X., Wang, Y., Zhou, X., Guo, X., Dong, S., Wang, D., Zhang, J., Pan, H., Zhang, Y., & Miao, X. (2016). Acaricidal activity of oregano oil and its major component, carvacrol, thymol and p-cymene against *Psoroptes cuniculi* in vitro and in vivo. *Veterinary parasitology*, 226, 93–96. doi: 10.1016/j.vetpar.2016.07.001.

17. Shyder, Y., & Yuskiv, I. (2016). Clinical course of psoroptosis in rabbits under their experimental infestation. *ScienceRise*, 3 (1), 15–20. doi: 10.15587/2313-8416.2016.63946.

18. Shyder, Ye., & Yuskiv, I. (2015). Sezonna aktyvnist fermentiv ta produktiv okyslennia lipidiv u kroliv, khvorykh na psoroptoz. *Tvarynnystvo Ukrainy*, 4, 28–31 [In Ukrainian].

19. Swarnakar, G., Sharma, D., Sanger, B., & Roat, K. (2014). Infestation of ear mites *Psoroptes cuniculi* on farm rabbits and its anthroponosis in Gudli village of Udaipur District, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3 (3), 651–656.

20. Vasileva, Z. G. (1995). Metody` gel`mintologicheskikh issledovaniy. Moskva [In Russian].

21. Yipel, F. A., Acar, A., & Yipel, M. (2016). Effect of some essential oils (*Allium sativum* L., Origa-

num majorana L.) and ozonated olive oil on the treatment of ear mites (*Otodectes cynotis*) in cats. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 40, 782–787. doi: 10.3906/vet-1508-10.

22. Yuskiv, I. D., & Shyder, Ye. I. (2018). Efektyvnist ivermektynu za psoroptozu kroliv i yoho vplyv na systemu antyoksydantnoho zakhystu ta perekysne okysnennia lipidiv. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 189–194. doi: 10.31210/visnyk2018.04.30 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 29.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кручиненко О. В., Лісний М. О. Ефективність акарицидних препаратів у хворих на псороптоз кролів і їх вплив на гематологічні показники. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 191–197.

© Кручиненко Олег Вікторович, Лісний Максим Олександрович, 2019

FEATURES OF EXOGENIC DEVELOPMENT OF TRICHURISES SEPARATED FROM DOMESTIC GOATS (*CAPRA HIRCUS* LINNAEUS, 1758)

O. B. Prijma,

ORCID ID: [0000-0001-7050-822X](https://orcid.org/0000-0001-7050-822X), E-mail: oks.pryima@gmail.com,

V. V. Stybel,

ORCID ID: [0000-0002-0285-6182](https://orcid.org/0000-0002-0285-6182), E-mail: vstybel@ukr.net,

I. Ya. Mazur,

ORCID ID: [0000-0002-4080-2118](https://orcid.org/0000-0002-4080-2118),

Stepan Gzhytskyj Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

In many countries of the world, goat farming is an important traditional and strategic industry of the economy due to its poly-productivity. This industry provides the population with the most valuable food – milk and meat, and the processing industry – with raw materials. It also contributes to the intensive use of land resources and the formation of food security for the population of Ukraine on the basis of creating the necessary state reserves of livestock farming products. The researches were performed in the laboratory of the Department of Parasitology and Ichthyopathology, Stepan Gzhytskyj Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. The eggs of *Trichuris ovis* were isolated from the gonads of female trichurises, the collection of which was performed by the method of complete helminthological dissection of the large intestine of dead or forced slaughtered goats. According to the research results, it has been established that eggs of *T. ovis* goat nematodes under laboratory conditions regardless of the temperature regime undergo 7 stages of embryogenesis: protoplast, formation of two blastomeres, formation of three or more blastomeres, bean-shaped embryo, tadpoles, larval formation, and formation of a moving larva. It has been proved that the time of egg developments to invasive stage and the degree of their viability depends on the cultivation temperature. The most optimal mode for the development of *T. ovis* eggs in vitro was the temperature of 20 °C, at which their viability was 85.33±1.53 %. In this case, the stop in the development and death were observed in 14.67±1.53 % of trichuris eggs of this species. At 24 °C and 28 °C temperatures, the number of eggs with culture invasive larvae decreased and amounted to 83.33±1.20 and 78.33±2.03 %. The development of 16.67±1.20 and 21.67±2.03 % of eggs stopped, respectively. At the same time, with increasing the temperature control, the terms of embryogenesis completion decreased. At a temperature of 20 °C the development was ended in 39 days and was the longest. At a temperature of 24 °C, the formation of invasive eggs occurred within 30 days, and at a temperature of 28 °C – within 27 days. Depending on the temperature factor, the protoplast stage occurred within 1–18 days, the formation of two blastomeres – 3–18 days, three or more blastomeres – 3–21 days, bean-shaped embryo – 6–30 days, tadpoles – 12–33 days, larvae formation – 15–36 days, moving larvae formation – 18–39 days.

Key words: *Trichuris ovis*, trichurosis, goats, embryogenesis, temperature regimes, in vitro.

ОСОБЛИВОСТІ ЕКЗОГЕННОГО РОЗВИТКУ ТРИХУРИСІВ, ВИДІЛЕНИХ ВІД ДОМАШНІХ КІЗ (*CAPRA HIRCUS LINNAEUS*, 1758)

О. Б. Прийма, В. В. Стибель, І. Я. Мазур,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У багатьох країнах світу козівництво є важливою традиційною та стратегічною галуззю економіки, що зумовлено її поліпродуктивністю. Ця галузь забезпечує населення найбільш цінними продуктами харчування – молоком і м'ясом, а переробну промисловість – сировиною. Також сприяє інтенсивному використанню земельних ресурсів та формуванню продовольчої безпеки населення України на основі створення необхідних державних резервів тваринницької продукції. Дослідження виконували в лабораторії кафедри паразитології та іхтіопатології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Яйця *Trichuris ovis* виділяли з гонад самок трихурисів, збір яких проводили методом повного гельмінтологічного розтину товстого відділу кишечника загиблих або вимушено забитих кіз. За результатами проведених досліджень встановлено, що яйця нематод кіз *T. ovis* в лабораторних умовах незалежно від температурного режиму проходять 7 стадій ембріогенезу: протопласта, утворення двох бластомерів, утворення трьох і більше бластомерів, бобоподібного зародка, пуголовки, формування личинки, утворення рухливої личинки. Доведено, що терміни розвитку яєць до інвазійної стадії та ступінь їхньої життєздатності залежить від температури культивування. Найбільш оптимальним режимом для розвитку яєць *T. ovis* *in vitro* виявилася температура 20 °C, за якої їхня життєздатність становила 85,33±1,53 %. При цьому зупинку в розвитку та загибель спостерігали у 14,67±1,53 % яєць трихурисів цього виду. За умови температурного режиму 24 °C та 28 °C кількість яєць з інвазійною личинкою, що утворювалися в культурі, зменшувалася і становила 83,33±1,20 та 78,33±2,03 %. Припиняло свій розвиток відповідно 16,67±1,20 та 21,67±2,03 % яєць. Водночас зі збільшенням температурного режиму терміни завершення ембріогенезу скорочувалися. За температури 20 °C розвиток закінчувався за 39 діб і був найбільш тривалим. За температури 24 °C утворення інвазійних яєць відбувалося за 30 діб, а за температури 28 °C – за 27 діб. Залежно від температурного фактору стадія протопласта відбувалася впродовж 1–18 діб, утворення двох бластомерів – 3–18 діб, трьох і більше бластомерів – 3–21 доби, бобоподібного зародка – 6–30 діб, пуголовки – 12–33 діб, формування личинки – 15–36 діб, утворення рухливої личинки – 18–39 діб.

Ключові слова: *Trichuris ovis*, трихуроз, кози, ембріогенез, температурні режими, *in vitro*.

ОСОБЕННОСТИ ЭКЗОГЕННОГО РАЗВИТИЯ ТРИХУРИСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ ДОМАШНИХ КОЗ (*CAPRA HIRCUS LINNAEUS*, 1758)

О. Б. Прийма, В. В. Стибель, И. Я. Мазур,

Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого, г. Львов, Украина

В результате проведенных исследований установлено, что яйца нематод коз *T. ovis* в лабораторных условиях независимо от температурного режима проходят 7 стадий эмбриогенеза: протопласта, образования двух бластомеров, образования трех и более бластомеров, бобообразного зародыша, головастика, формирования личинки, образования подвижной личинки. Наиболее оптимальным режимом для развития яиц *T. ovis* *in vitro* оказалась температура 20 °C, при которой их жизнеспособность составила 85,33±1,53 %. При температурном режиме 24 °C и 28 °C количество инвазионных яиц было меньшим и составило 83,33±1,20 и 78,33±2,03 %. В то же время, с увеличением температурного режима сроки завершения эмбриогенеза сокращались.

Ключевые слова: *Trichuris ovis*, трихуроз, козы, эмбриогенез, температурные режимы, *in vitro*.

Вступ

Одним з пріоритетних напрямів розвитку сільського господарства та регулювання ринків сільськогосподарської продукції сировини і продовольства є забезпечення умов для прискореного розвитку тваринництва, однією з галузей якого є козівництво. Основні продукти козівництва – це дієтичне

м'ясо, що містить мало жиру і холестерину, шерсть, пух високої якості, шкура й молоко. Унікальність козячого молока полягає в тому, що за своїми фізико-хімічними властивостями і смаком, воно вигідно відрізняється від молока інших видів тварин. У молоці кіз міститься велика кількість ненасичених кислот, які підвищують стійкість організму до інфекційних захворювань і нормалізують холестеринний обмін. До того ж козяче молоко містить меншу кількість оротової кислоти, що сприяє запобіганню синдрому ожиріння печінки. Білок, глюкоза й лактоза козячого молока легше засвоюються в організмі людини. Висока цінність козячого молока обумовлена також високим вмістом у ньому фосфору, кальцію, магнію, заліза, марганцю, кобальту, вітамінів А, В, С, D, РР [1–5].

Серед причин, що стримують розвиток козівництва, чільне місце мають інвазійні хвороби. Вони є причиною зниження продуктивності та відтворної здатності тварин, затримки росту й розвитку молодняку, а також сприяють підвищенню сприйнятливості до інших хвороб. Найбільш розповсюдженими серед домашніх кіз є нематодози травного каналу, зокрема й трихуроз [6–10].

При формуванні адаптацій і здатності до значного поширення паразитичних нематод серед популяції хазяїв велике значення має низка факторів, одними з яких є біологічні особливості видів, включаючи характер їхньої взаємодії з навколишнім середовищем на всіх стадіях розвитку. До однієї з важливої біологічної адаптації нематод – геогельмінтів щодо збереження і розселення своєї популяції можна віднести екзогенний розвиток яєць паразитів у довкіллі, тобто утворення з незрілого яйця інвазійного, здатного заразити дефінітивного хазяїна [11–14].

Відомо, що для проходження життєвого циклу нематод роду *Trichuris* необхідні певні умови зовнішнього середовища, головними з яких є температура, вологість повітря, сонячна радіація. Водночас для екзогенного розвитку яєць нематод найбільш важливим є температурний фактор, який впливає на життєздатність та ступінь утворення інвазійних зародків [15–17].

Зважаючи на вищенаведене, метою наших досліджень було визначити особливості екзогенного розвитку трихурисів, виділених від домашніх кіз. Для досягнення мети необхідно розв'язати наступні задачі: встановити стадії розвитку *Trichuris ovis* у лабораторних умовах; дослідити вплив різних температурних режимів на ембріогенез трихурисів.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж 2019 року в лабораторії кафедри паразитології та іхтіопатології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

Збір нематод проводили методом повного гельмінтологічного розтину товстого відділу кишечника загиблих або вимушено забитих кіз, що надходили з одноосібних господарств Львівської області [18]. Вид трихурисів встановлювали за допомогою визначника [19]. З метою вивчення біологічних особливостей нематод *T. ovis* в лабораторних умовах виділяли яйця з гонад самок трихурисів. Кожну окремо отриману культуру яєць поміщали в чашку Петрі й культивували в термостаті за різних температурних режимів (20 °С; 24 °С; 28 °С) до появи рухомої личинки в яйці. Через кожні три доби культури переглядали під мікроскопом. Визначали ступінь розвитку ембріона в яйцях за їх морфологічною будовою, враховували кількість загиблих і тих, що зупинилися в розвитку яєць. Кожен дослід проводили у трьох повторях.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL» шляхом визначення середнього арифметичного (М) та його похибки (m).

Результати досліджень та їх обговорення

Встановлено, що яйця нематод кіз *Trichuris ovis* в лабораторних умовах незалежно від температурного режиму проходять 7 стадій ембріогенезу, а саме: протопласта, дроблення бластомерів і утворення двох бластомерів, утворення трьох і більше бластомерів, бобоподібного зародка, формування пуголовки, формування личинки, формування рухливої личинки. Водночас терміни розвитку яєць до інвазійної стадії та ступінь їхньої життєздатності залежить від температури культивування. За температури культивування 20 °С розвиток яєць закінчувався на 39 добу, а їхня життєздатність становила 85,33±1,53 % (табл. 1).

1. Показники ембріонального розвитку яєць нематод *Trichuris ovis*, виділених від кіз, в лабораторних умовах за температури 20 °С, М±m (n=100)

Доба дослідження	Стадія розвитку, %							Загинуло
	Прото-пласту	Дроблення бласто-мерів		Бобопо-дібного зародку	Пуго-ловка	Личинки	Рухливої личинки	
		2	≥3					
1	100,00	—	—	—	—	—	—	—
3	51,67± 2,03	34,33± 2,60	14,00± 0,58	—	—	—	—	—
6	40,00± 3,46	32,00± 2,08	28,00± 1,53	—	—	—	—	—
9	25,00± 2,08	16,00± 1,73	36,00± 1,73	23,00± 1,53	—	—	—	—
12	14,67± 0,88	12,00± 2,65	41,67± 0,67	31,67± 2,19	—	—	—	—
15	14,67± 0,88	8,00± 1,73	34,33± 1,20	43,00± 1,53	—	—	—	—
18	14,67± 0,88	3,33± 0,88	15,33± 2,03	48,33± 1,45	18,33± 0,88	—	—	—
21	—	—	4,67± 1,45	34,00± 0,58	32,67± 1,45	14,00± 1,15	—	14,67± 0,88
24	—	—	—	15,33± 1,45	47,67± 1,33	22,33± 1,45	—	14,67± 0,88
27	—	—	—	9,33± 1,53	49,67± 1,53	26,33± 0,58	—	14,67± 1,53
30	—	—	—	3,33± 1,53	18,33± 1,53	50,33± 1,53	13,33± 2,52	14,67± 1,53
33	—	—	—	—	4,33± 2,31	31,33± 2,08	49,67± 5,03	14,67± 1,53
36	—	—	—	—	—	7,00± 2,00	78,33± 3,51	14,67± 1,53
39	—	—	—	—	—	—	85,33± 1,53	14,67± 1,53

Стадія протопласта тривала впродовж 1–18 діб (від 100 до 14,67±0,88 %). Утворення двох бластомерів у яйці тривало з 3 доби (34,33±2,60 %) до 18 доби (3,33±0,88 %), трьох і більше бластомерів – з 3 доби (14,00±0,58 %) до 21 доби (4,67±1,45 %), бобоподібного зародка – з 9 доби (23,00±1,53 %) до 30 доби (3,33±1,53 %), пуголовка – з 18 доби (18,33±0,88 %) до 33 доби (4,33±2,31 %), формування личинки – з 21 доби (14,00±1,15 %) до 36 доби (7,00±2,00 %), утворення рухливої личинки – з 30 доби (13,33±2,52 %) до 39 доби (85,33±1,53 %). Зупинялося в розвитку 14,67±1,53 % яєць трихурисів.

За температури культивування 24 °С розвиток яєць закінчувався швидше, ніж за температури 20 °С і становив 30 діб. Причому їхня життєздатність становила 83,33±1,20 % (табл. 2).

За такого температурного режиму стадія протопласта тривала впродовж 1–12 діб (від 100 до 16,67±1,20 %). Утворення двох бластомерів в яйці тривало з 3 до 9 доби, причому максимальну кількість яєць на цій стадії (36,00±1,15 %) виявлено на 3 добу експерименту. Стадія утворення трьох і більше бластомерів тривала впродовж 3–18 діб, де максимальну кількість яєць на цій стадії (39,67±0,67 %) виявлено на 9 добу культивування. Стадія бобоподібного зародка відбувалася впродовж 2–21 діб, де кількість яєць на цій стадії коливалася від 5,67±0,88 % (6 доба) до 49,00±1,15 % (15 доба). Стадія формування пуголовки тривала з 12 до 24 доби, мінімальну кількість яєць виявлено саме на 12 добу (3,00±1,53 %), а максимальну – на 21 добу (40,33±0,88 %). Стадія формування личинки відбувалася впродовж 18–27 діб (від 13,33±1,45 до 43,00±1,73 %), а утворення рухливої личинки – впродовж 21–30 діб (від 7,33±1,20 до 83,33±1,20 %). Зупинялося в розвитку 16,67±1,20 % яєць трихурисів.

За температури культивування 28 °С розвиток яєць закінчувався за 27 діб, а їхня життєздатність становила 78,33±2,03 % (табл. 3).

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

2. Показники ембріонального розвитку яєць нематод *Trichuris ovis*, виділених від кіз, в лабораторних умовах за температури 24 °C, $M \pm m$ (n=100)

Доба дослідження	Стадія розвитку, %							Загинуло
	Протопласту	Дроблення бластомерів		Бобоподібного зародку	Пуголка	Личинки	Рухливої личинки	
		2	≥3					
1	100,00	–	–	–	–	–	–	–
3	48,00± 2,65	36,00± 1,15	16,00± 2,08	–	–	–	–	–
6	35,00± 1,15	28,00± 2,08	31,33± 2,40	5,67± 0,88	–	–	–	–
9	16,67± 1,20	24,67± 2,60	39,67± 0,67	19,00± 1,53	–	–	–	–
12	16,67± 1,20	–	35,00± 2,65	45,33± 1,86	3,00± 1,53	–	–	–
15	–	–	19,67± 0,88	49,00± 1,15	14,67± 1,45	–	–	16,67± 1,20
18	–	–	8,67± 1,45	32,33± 1,20	29,00± 1,73	13,33± 1,45	–	16,67± 1,20
21	–	–	–	11,67± 1,78	40,33± 0,88	24,00± 1,53	7,33± 1,20	16,67± 1,20
24	–	–	–	–	4,33± 1,20	43,00± 1,73	36,00± 1,53	16,67± 1,20
27	–	–	–	–	–	15,00± 1,73	68,33± 2,73	16,67± 1,20
30	–	–	–	–	–	–	83,33± 1,20	16,67± 1,20

3. Показники ембріонального розвитку яєць нематод *Trichuris ovis*, виділених від кіз, в лабораторних умовах за температури 28 °C, $M \pm m$ (n=100)

Доба дослідження	Стадія розвитку, %							Загинуло
	Протопласту	Дроблення бластомерів		Бобоподібного зародку	Пуголовка	Личинки	Рухливої личинки	
		2	≥3					
1	100,00			–	–	–	–	–
3	24,67± 2,19	46,00± 1,53	29,33± 1,86	–	–	–	–	–
6	23,33± 2,03	29,67± 0,88	37,67± 1,20	9,33± 1,45	–	–	–	–
9	21,67± 2,03	7,67± 1,45	31,67± 0,88	39,00± 1,15	–	–	–	–
12	21,67± 2,03	–	20,00± 0,58	51,67± 0,88	6,67± 1,76	–	–	–
15	–	–	6,33± 0,88	55,00± 1,73	9,33± 1,45	7,67± 2,19	–	21,67± 2,03
18	–	–	3,00± 0,58	24,00± 0,58	28,67± 0,88	18,67± 0,33	4,00± 2,52	21,67± 2,03
21	–	–	–	3,00± 1,41	23,33± 0,67	32,67± 1,20	19,33± 1,76	21,67± 2,03
24	–	–	–	–	–	14,67± 1,86	63,67± 3,71	21,67± 2,03
27	–	–	–	–	–	–	78,33± 2,03	21,67± 2,03

Стадія протопласта відбувалася впродовж 1–12 діб (від 100 до $21,67 \pm 2,03$ %). Утворення двох бластомерів у яйці тривало з 3 доби ($46,00 \pm 1,53$ %) до 9 доби ($7,67 \pm 1,45$ %), трьох і більше бластомерів – з 3 доби ($29,33 \pm 1,86$ %) до 18 доби ($3,00 \pm 0,58$ %), бобоподібного зародка – з 6 доби ($9,33 \pm 1,53$ %) до 21 доби ($3,00 \pm 1,41$ %), пуголовка – з 12 доби ($6,67 \pm 1,76$ %) до 21 доби ($23,33 \pm 0,671$ %), формування личинки – з 15 доби ($7,67 \pm 2,19$ %) до 24 доби ($14,67 \pm 1,86$ %), утворення рухливої личинки – з 18 доби ($4,00 \pm 2,52$ %) до 27 доби ($78,33 \pm 2,03$ %). Зупинялося в розвитку $21,67 \pm 2,03$ % яєць трихурисів.

Отже, в результаті проведених досліджень отримано нові дані щодо особливостей ембріогенезу яєць нематод кіз виду *Trichuris ovis* Abildgaard, 1795, виділених з гонад самок гельмінтів, залежно від температурного фактору. Доведено, що найбільша кількість життєздатних яєць утворюється внаслідок їх ембріогенезу за температури 20°C . Водночас термін екзогенного розвитку трихурисів цього виду за такого температурного режиму є більш тривалим. З підвищенням температури термін утворення інвазійних яєць скорочується, а показники їхньої життєздатності знижуються. Є повідомлення, згідно з якими встановлено строки ембріонального розвитку нематод, виділених від овець, видів *T. ovis*, *T. globulosa* та *T. skrjabini*. Однак автори встановили 6 стадій розвитку яєць, а строки й показники життєздатності зародків за температури 27°C становили: у *T. ovis* – 30 діб й $84,33 \pm 4,16$ %, у *T. globulosa* – 39 діб й $76,33 \pm 1,53$ %, у *T. skrjabini* – 51 доба й $80,0 \pm 0,82$ % [20, 21]. Також схожі дослідження були проведені при вивченні ембріогенезу *T. suis*, де було встановлено 7 стадій розвитку. Водночас в лабораторних умовах за температури 27°C яйця трихурисів свиней досягають інвазійної стадії за 40 діб, а життєздатність яєць, що виділяють тварини у зовнішнє середовище, вище ($96,6 \pm 0,33$ %), ніж у яєць, виділених з гонад самок гельмінтів ($89,3 \pm 0,33$ %) [22].

Висновки

Результати досліджень свідчать, що особливості ембріогенезу (терміни їхнього розвитку, показник виживання, температурний режим) у нематод виду *Trichuris ovis* Abildgaard, 1795, які паразитують у домашніх кіз (*Capra hircus*), можна вважати однією з диференціальних ознак їхньої видової ідентифікації. Виділено 7 стадій розвитку яєць трихурисів: протопласта, утворення двох бластомерів, утворення трьох і більше бластомерів, бобоподібного зародка, пуголовки, формування личинки, утворення рухливої личинки. Доведено, що терміни розвитку яєць до інвазійної стадії та ступінь їхньої життєздатності залежать від температури культивування. Найбільш оптимальним режимом для розвитку яєць *T. ovis* in vitro виявилася температура 20°C , де впродовж 39 діб формувалося $85,33 \pm 1,53$ % життєздатних яєць. З підвищенням температури термін ембріонального розвитку скорочувався, однак це впливало на життєздатність яєць, внаслідок чого їх кількість зменшувалася.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується вивчити патогенний вплив трихурисів на організм кіз.

References

1. Shelton, M. (1978). Reproduction and breeding of goats. *Journal of Dairy Science*, 61 (7), 994–1010. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(78)83680-7.
2. Escareño, L., Salinas-Gonzalez, H., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Sölkner, J., & Meza-Herrera, C. (2013). Dairy goat production systems: Status quo, perspectives and challenges. *Tropical Animal Health and Production*, 45, 17–34. doi: 10.1007/s11250-012-0246-6.
3. Haenlein, G. F. W. (2004). Goat Milk in Human Nutrition. *Small Ruminant Research*, 51 (2), 155–163. doi: 10.1016/j.smallrumres.2003.08.010.
4. Abbas, H. M., Hassan, F. A., El-Gawad, M. A. M. A.; & Enab, A. K. (2014). Physicochemical Characteristics of Goat Milk. *Life Science Journal*, 11 (1), 307–317.
5. Alyaqoubi, S., Abdullah, A., Samudi, M., Abdullah, N., Addai, Z. R., & Al-Ghazali, M. (2015). Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Milk Samples Collected from Five Goat Breeds in Malaysia. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 7 (4), 235–241. doi: 10.19026/ajfst.7.1301.
6. Datta, S., Dandapat, P., & Jas, R. (2018). Diagnosis of mixed gastrointestinal nematode infection in goat by an indirect-ELISA. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 19 (3), 189–193.
7. Das, M., Laha, R., Goswami, A., Goswami, A. (2017). Gastrointestinal parasitism of goats in hilly region of Meghalaya, India. *Veterinary World*, 10 (1), 81–85. doi: 10.14202/vetworld.2017.81-85.
8. Khajuria, J. K., Katoch, R., Yadav, A., Godara, R., Gupta, S. K., & Singh, A. (2013). Seasonal prevalence of gastrointestinal helminths in sheep and goats of middle agro-climatic zone of Jammu province. *Journal of Parasitic Diseases*, 37 (1), 21–25. doi: 10.1007/s12639-012-0122-3.

9. Yadav, A. K., & Tandon, V. (1989). Gastrointestinal nematode infections of goats in a sub-tropical and humid zone of India. *Veterinary Parasitology*, 33 (2), 135–142. doi: 10.1016/0304-4017(89)90061-7.
10. Tariq, K. A., Chishti, M. Z., & Ahmad, F. (2010). Gastro-intestinal nematode infections in goats relative to season, host sex and age from the Kashmir valley, India. *Journal of Helminthology*, 84 (1), 93–97. doi: 10.1017/S0022149X09990113.
11. Fahmy, M. A. M. (1954). An investigation on the life cycle of *Trichuris muris*. *Parasitology*, 44 (1–2), 50–57. doi:10.1017/S003118200001876X.
12. Lee, D. L. (2002). *The Biology of Nematodes*. Taylor & Francis, London. doi: 10.1201/b12614.
13. Stroehlein, A. J., Young, N. D., Korhonen, P. K., Chang, B. C. H., Nejsun, P., Pozio, E., La Rosa, G., Sternberg, P. W., & Gasser, R. B. (2017). Whipworm kinomes reflect a unique biology and adaptation to the host animal. *International Journal for Parasitology*, 47 (13), 857–866. doi: 10.1016/j.ijpara.2017.04.005.
14. McSorley, R. (2003). Adaptations of nematodes to environmental extremes. *Florida Entomologist*, 86 (2), 138–142. doi: 10.1653/0015-4040(2003)086[0138:AONTEE]2.0.CO;2
15. Yevstafieva, V. A., Kravchenko, S. O., Gutyj, B. V., Melnychuk, V. V., Kovalenko, P. N., & Volovyk, L. B. (2019). Morphobiological analysis of *Trichuris vulpis* (Nematoda, Trichuridae), obtained from domestic dogs. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10 (2), 165–171. doi: 10.15421/021924.
16. Epe, C. (2009). Intestinal nematodes: biology and control. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 39 (6), 1091–1107. doi: 10.1016/j.cvsm.2009.07.002.
17. Onorato, A. R. (1932). The effect of temperature and humidity on the *Toxocara canis* and *Trichuris vulpis*. *American Journal of Hygiene*, 16, 266–287.
18. Skrjabin, K. I. (1928). *Metod polnyh gel'mintologicheskikh vskrytij pozvonochnyh, vkljuchaja cheloveka*. Moskva [In Russian].
19. Ivashkin, V. M., Oripov, A. O., & Sonin, M. D. (1998). *Opredelitel gel'mintov melkogo rogatogo skota*. Moskva [In Russian].
20. Evstafieva, V. A., Melnychuk, V. V., Sharavara, T. A., Sirenko, E. V., Makarevich, N. A., Kucenko, Ju. P., & Hlevnaja, G. S. (2018). Osobennosti jembrional'nogo razvitija jaic nematod *Trichuris skrjabini* (Baskakov 1924), parazitirushhih u ovec. *Agrarnaja Nauka Evro-Severo-Vostoka*, 62 (1), 65–69. doi: 10.30766/2072-9081.2018.62.1.65-69 [In Russian]
21. Melnychuk, V. V., & Berezovsky, A. V. (2018). Comparative embryonic development of nematodes of the genus *Trichuris* (Nematoda, Trichuridae) obtained from sheep (*Ovis aries*). *Biosystems Diversity*, 26 (4), 257–262. doi: 10.15421/011839.
22. Yevstafieva, V. A., Yuskiv, I. D., & Melnychuk, V. V. (2016). An Investigation of Embryo and Egg-shell Development in *Trichuris suis* (Nematoda, Trichuridae) under Laboratory Conditions. *Vestnik Zoologii*, 50 (2), 173–178. doi: 10.1515/vzoo-2016-0020.

Стаття надійшла до редакції 29.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Прийма О. Б., Стибель В. В., Мазур І. Я. Особливості екзогенного розвитку трихурисів, виділених від домашніх кіз (*Capra hircus* Linnaeus, 1758). *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 198–204.

© Прийма Оксана Богданівна, Стибель Володимир Володимирович, Мазур Ірина Ярославівна, 2019

original article | UDC 619:612.821:612.128:636.4 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.26

INFLUENCE OF CORTICAL-VEGETATIVE REGULATION MECHANISMS ON LACTATE, PYRUVATE CONTENT AND THEIR CORRELATION IN SOWS' BLOOD

R. V. Postoi,

ORCID ID: [0000-0001-5278-2102](https://orcid.org/0000-0001-5278-2102), E-mail: ruslana-postoy@meta.ua,

V. I. Karpovskiy,

ORCID ID: [0000-0003-3858-0111](https://orcid.org/0000-0003-3858-0111), E-mail: karpovskiy@meta.ua,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroyiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine,

A. M. Shostya,

ORCID ID: [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364), E-mail: shostay@ukr.net,

S. O. Usenko,

ORCID ID: [0000-0001-9263-5625](https://orcid.org/0000-0001-9263-5625), E-mail: sveta_usenko@ukr.net,

T. I. Karunna,

E-mail: popovych7@gmail.com,

B. S. Shaferivsky,

ORCID ID: [0000-0001-5742-5016](https://orcid.org/0000-0001-5742-5016), E-mail: bogdan.shaferivskyi@pdaa.edu.ua,

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

Individual features of the nervous system activity cause different levels of metabolism in the body, resistance to stress factors and the speed of adaptation to changing environmental conditions. The purpose of the article is to find out the influence of cortical-vegetative regulation mechanisms on carbohydrate metabolism indices in sows' blood. Types of higher nervous activity in 3 year old dry sows of Large white breed were determined by the method of conditioned food reflexes; the autonomic neurotony was investigated by a trigeminovagal test. The content of lactate and pyruvate was determined in blood plasma of sows; correlation and variance analyses of the obtained data were conducted to evaluate the relationship and influence of cortical-vegetative regulation mechanisms. Our research results have shown that there is a correlation between indices of conditioned reflex activity, the type of cardiac rhythm autonomic regulation in sows and lactate content in blood plasma. Probable differences in lactate content in the blood plasma between sows with different type of heart rate autonomic regulation were revealed. According to the variance analysis data, vagotony had a probable effect on lactate content in the blood plasma – $\eta^2_x=0.34$ ($p<0.05$). In addition, there was a close relationship between plasma lactate content and vagotony ($r=0.91$; $p<0.01$) and sympathicotony ($r=-0.64$; $p<0.01$). Depending on the typological features of higher nervous activity, it was established that in sows with strong balanced mobile type, lactate content in blood plasma was lower (by 15.06–15.96 %; $p<0.05$) as compared with sows of strong balanced inert and weak types. It has been found that the mobility of excitation and inhibition processes in the cerebral cortex is related to lactate content in the blood plasma ($r=-0.46$; $p<0.05$) and has a probable impact on it ($\eta^2_x=0.36$; $p<0.01$). Instead, cortical-vegetative regulation mechanisms do not have a probable impact on pyruvate content in the blood plasma and lactate/pyruvate ratio. Thus, new scientific data on the influence of cortical-vegetative regulation mechanisms on separate indices of carbohydrate metabolism in dry sows' blood of Large white breed have been obtained.

Keywords: sows, autonomic nervous system, higher nervous activity, lactate, pyruvate, blood.

ВПЛИВ КОРТИКО-ВЕГЕТАТИВНИХ МЕХАНІЗМІВ РЕГУЛЯЦІЇ НА ВМІСТ ЛАКТАТУ, ПІРУВАТУ ТА ЇХ СПІВВІДНОШЕННЯ У КРОВІ СВИНОМАТОК

Р. В. Постой, В. І. Карповський,

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

А. М. Шостя, С. О. Усенко, Т. І. Карунна, Б. С. Шаферівський,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Індивідуальні особливості діяльності нервової системи обумовлюють різний рівень обміну речовин в організмі, стійкість до впливу стресових факторів та швидкість пристосування до мінливих умов навколишнього середовища. Мета статті – з'ясувати вплив кортико-вегетативних механізмів регуляції на показники обміну вуглеводів у крові холостих свиноматок. Типи вищої нервової діяльності в холостих свиноматок великої білої породи 3-річного віку визначали за допомогою методики умовних харчових рефлексів, тонус автономної нервової системи досліджували тригеміновагальним тестом. У плазмі крові свиноматок визначали вміст лактату та пірувату, для оцінки взаємозв'язку та впливу кортико-вегетативних механізмів регуляції проводили кореляційний та дисперсійний аналізи отриманих даних. Результати досліджень показали, що існує взаємозв'язок між показниками умовно-рефлекторної діяльності, типом автономної регуляції серцевого ритму у свиноматок та вмістом лактату у плазмі крові. Виявлені вірогідні відмінності за вмістом лактату у плазмі крові між свиноматками з різними типами автономної регуляції серцевого ритму. За даними дисперсійного аналізу, ваготонія чинить вірогідний вплив на вміст лактату у плазмі крові – $\eta^2_x=0,34$ ($p<0,05$). Окрім того, встановлено тісні взаємозв'язки між вмістом лактату у плазмі крові і ваготонією ($r=0,91$; $p<0,01$) та симпатикотонією ($r=-0,64$; $p<0,01$). Залежно від типологічних особливостей вищої нервової діяльності встановлено, що у свиноматок сильного врівноваженого рухливого типу вміст лактату у плазмі крові нижчий (на 15,06–15,96 %; $p<0,05$) порівняно зі свиноматками сильного врівноваженого інертного та слабкого типів. З'ясовано, що рухливість процесів збудження і гальмування в корі великого мозку взаємопов'язана із вмістом лактату у плазмі крові ($r=-0,46$; $p<0,05$) та чинить на нього вірогідний вплив ($\eta^2_x=0,36$; $p<0,01$). Натомість, кортико-вегетативні механізми регуляції не мають вірогідного впливу на вміст пірувату у плазмі крові та співвідношення лактат/піруват. Отже, отримано нові наукові дані щодо впливу кортико-вегетативних механізмів регуляції на окремі показники обміну вуглеводів у крові холостих свиноматок великої білої породи.

Ключові слова: свиноматки, автономна нервова система, вища нервова діяльність, лактат, піруват, кров.

ВЛИЯНИЕ КОРТИКО-ВЕГЕТАТИВНЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ЛАКТАТА, ПИРУВАТА И ИХ СООТНОШЕНИЕ В КРОВИ СВИНОМАТОК

Р. В. Постой, В. И. Карповский,

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

А. М. Шостя, С. А. Усенко, Т. И. Карунна, Б. С. Шаферивский,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В статье представлены данные о влиянии индивидуальных особенностей деятельности нервной системы на показатели обмена углеводов в крови холостых свиноматок. Результаты исследований показали, что существует взаимосвязь между показателями условно-рефлекторной деятельности и типом автономной регуляции сердечного ритма у свиноматок и содержанием лактата в плазме крови. По данным дисперсионного анализа ваготония оказывает достоверное влияние на содержание лактата в плазме крови ($\eta^2_x=0,34$; $p<0,05$). Кроме того, установлены тесные взаимосвязи между содержанием лактата в плазме крови и ваготонией ($r=0,91$; $p<0,01$) и симпатикотонией ($r=-0,64$; $p<0,01$). В зависимости от типологических особенностей высшей нервной деятельности показано, что подвижность процессов возбуждения и торможения в коре большого мозга взаимосвязана с содержанием лактата в плазме крови ($r=-0,46$; $p<0,05$) и оказывает на него достоверное влияние ($\eta^2_x=0,36$; $p<0,01$). Однако кортико-вегетативные механизмы регуляции не имеют достоверного влияния на содержание пирувата в плазме крови и соотношение лактат/пируват.

Ключевые слова: свиноматки, автономная нервная система, высшая нервная деятельность, лактат, пируват, кровь.

Вступ

Однією з найважливіших галузей тваринництва є свинарство. За умови інтенсивного ведення фермерства свині піддаються впливу різноманітних стресових факторів, що не може не відобразитися на їхній продуктивності. Тому велику увагу науковців приділено вивченню стійкості тварин до стресу та адаптаційним можливостям організму. Вважається, що вища нервова діяльність (ВНД) забезпечує взаємозв'язок організму тварин з навколишнім середовищем та визначає поведінку тварин відповідно до змін умов існування. Сила, врівноваженість та рухливість нервових процесів є тими якостями, які забезпечують тонкі пристосувальні механізми організму тварин [1].

Автономна нервова система (АНС) є частиною нервової системи, що іннервує усі внутрішні органи і тканини та регулює їхню діяльність [2]. Симпатичні та парасимпатичні нерви активують або гальмують роботу органів, секрецію залоз, змінюють просвіт судин і таким чином забезпечують гомеостаз [3]. Як правило, за звичайних умов парасимпатичний відділ АНС забезпечує сталість внутрішнього середовища організму. У випадку ж, коли організм піддається впливу стресової ситуації, провідну роль відіграє симпатичний відділ АНС. Розрізняють 3 типи автономної регуляції серцевого ритму: нормотонічний (коли впливи симпатичного та парасимпатичного відділів збалансовані), ваготонічний (коли переважає вплив парасимпатичного відділу) та симпатикотонічний (коли переважає вплив симпатичного відділу). Українські вчені довели, що типологічні особливості тону АНС впливають на морфологію органів і тканин організму домашніх тварин [4–6]. У гуманній медицині за даними електроенцефалографії встановлено, що біоелектрична активність мозку відрізняється у представників різних типів АНС [7].

АНС бере участь у регуляції обміну вуглеводів в органах і тканинах організму тварин [8, 9]. Вона впливає на секрецію інсуліну та глюкагону [10]. Дослідження показали, що симпатичні нерви гальмують секрецію інсуліну та стимулюють секрецію глюкагону, тоді як парасимпатичні нерви суттєво стимулюють секрецію інсуліну та меншою мірою стимулюють секрецію глюкагону [11].

Встановлено окремі аспекти обміну вуглеводів у молодяку свиней 5–6-місячного віку залежно від типологічних особливостей ВНД та функціонування АНС [12, 13]. Однак питання щодо взаємозв'язку між показниками обміну вуглеводів та індивідуальними особливостями діяльності нервової системи в холостих свиноматок висвітлено недостатньо.

У зв'язку з цим, *мета* роботи – з'ясувати вплив кортико-вегетативних механізмів регуляції на показники обміну вуглеводів у крові холостих свиноматок.

Завдання – визначити вміст лактату, пірувату та їх співвідношення у плазмі крові холостих свиноматок, а також оцінити взаємозв'язок та вплив сили, врівноваженості та рухливості коркових процесів і тону АНС на рівень зазначених показників.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальна частина дослідження виконана на холостих свиноматках великої білої породи 3-річного віку в умовах виробничої свиноферми ТОВ СП «Ідна» с. Острожець Млинівського району Рівненської області. Умови утримання та годівлі були ідентичними для всіх піддослідних тварин.

На першому етапі досліджень визначали типи ВНД за допомогою методики визначення типів ВНД свиней у виробничих умовах, розробленою на кафедрі біохімії і фізіології тварин імені акад. М. Ф. Гулого НУБіП України, суть якої полягає в оцінці рухової реакції тварини до місця підкріплення кормом, швидкості вироблення та переробки умовного рухово-харчового рефлексу, ступеня орієнтувальної реакції та зовнішнього гальмування [14]. За дослідження умовно-рефлекторної діяльності проводять оцінку сили, рухливості та врівноваженості процесів збудження та гальмування в корі великого мозку і результат виражають в умовних одиницях. На основі проведених досліджень було сформовано 4 дослідні групи тварин по 5 найтиповіших представників визначених типів ВНД у кожній за принципом аналогів: I група – сильний врівноважений рухливий тип, II група – сильний врівноважений інертний тип, III група – сильний невірівноважений тип, IV група – слабкий тип. Другий етап експериментів включав дослідження тону автономної нервової системи у піддослідних свиней за допомогою тригеміновагального тесту, який дає змогу встановити збалансованість впливів на роботу серця симпатичного та парасимпатичного відділів АНС [15]. За результатами цього тесту було сформовано 3 дослідні групи по 5 тварин у кожній (нормотоніків, симпатикотоніків та ваготоніків).

У всіх піддослідних свиноматок відбирали зразки крові для біохімічних досліджень з яремної вени з дотриманням правил асептики та антисептики. Вміст лактату у плазмі крові визначали за методом Бюхнера, вміст пірувату – модифікованим методом Умбрайт [16]. Статистичну обробку одержаних результатів проводили за допомогою персонального комп'ютера, використовуючи програму Microsoft Office Exel 2007. Розраховували середнє арифметичне значення (М), помилку середнього арифметичного значення (m), коефіцієнт кореляції Пірсона (r) та ступінь впливу η^2_x [17]. Вірогідність відмінностей оцінювали за коефіцієнтом вірогідності таблиці Ст'юдента (p) та вважали різницю між показниками вірогідною за $p \leq 0,05$ або в межах тенденції – за $p \leq 0,1$.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження вмісту лактату у крові свиноматок показало наявність вірогідних відмінностей між свиноматками залежно від вихідного вегетативного статусу (табл. 1.). Зокрема, у свиноматок нормотоніків встановлено вірогідно нижчий вміст лактату у плазмі крові на 9,57 % за $p < 0,05$, ніж у свиноматок ваготоніків. Водночас свиноматок симпатикотоніків виявлено тенденцію до нижчого вмісту зазначеного метаболіту (на 5,63 % за $p < 0,1$) порівняно зі свиноматками ваготоніками. За даними кореляційного аналізу встановлено вірогідний взаємозв'язок між тонусом АНС та вмістом лактату у плазмі крові свиноматок. Між вмістом лактату у плазмі крові і ваготонією існує дуже тісна пряма кореляція ($r=0,91$ за $p < 0,01$), а із симпатикотонією – тісна обернена кореляція ($r=-0,64$ за $p < 0,01$). Дисперсійний аналіз показав, що ваготонія чинить вірогідний вплив на вміст лактату у плазмі крові – $\eta^2_x=0,34$ за $p < 0,05$, тоді як нормотонія – у межах тенденції ($\eta^2_x=0,23$ за $p < 0,1$).

1. Показники обміну вуглеводів у плазмі крові свиноматок з різним тонусом автономної нервової системи, $M \pm m$, $n=5$

Показники	Тонус автономної нервової системи		
	нормотоніки	ваготоніки	симпатикотоніки
Лактат, ммоль/л	0,94 $\pm$ 0,03	1,03 $\pm$ 0,02*	0,97 $\pm$ 0,02
Піруват, мкмоль/л	110,49 $\pm$ 7,43	105,17 $\pm$ 5,88	104,32 $\pm$ 5,33
Співвідношення лактат/піруват	8,63 $\pm$ 0,67	9,89 $\pm$ 0,60	9,41 $\pm$ 0,57

Примітка: * – $p < 0,05$ відносно свиноматок нормотоніків.

Результати досліджень вмісту пірувату у крові показали, що вірогідні відмінності між свиноматками з різним вихідним вегетативним гомеостазом відсутні. Хоча у свиноматок нормотоніків вміст пірувату у плазмі крові був дещо вищим (на 4,81–5,59 %), ніж у свиноматок ваго- та симпатикотоніків. Взаємозв'язок тонусу АНС із вмістом пірувату у плазмі крові свиноматок був невірогідним ($r=-0,21-0,01$). Згідно з даними дисперсійного аналізу не виявлено вірогідного впливу тонусу АНС на вміст пірувату у плазмі крові свиноматок ($\eta^2_x=0,01-0,05$).

Співвідношення лактат/піруват є важливим біохімічним показником, що характеризує інтенсивність анаеробного шляху перетворення вуглеводів. Наші дослідження показали, що свиноматки вірогідно не відрізняються між собою залежно від рівня збалансованості симпатичного та парасимпатичного відділів АНС. У свиноматок ваготоніків відмічали найвище співвідношення лактат/піруват, у свиноматок нормотоніків – найнижче, а різниця між ними складала 14,64 %. Щодо взаємозв'язку між тонусом АНС та співвідношенням лактат/піруват, то кореляція була слабкою і невірогідною – $r=-0,29$. Вплив тонусу АНС на співвідношення лактат/піруват у крові свиноматок був невірогідним і показник ступеня впливу складав – $\eta^2_x=0,00-0,16$.

Залежно від типологічних особливостей ВНД існують вірогідні відмінності між свиноматками за вмістом лактату у плазмі крові (табл. 2). У свиноматок сильного врівноваженого рухливого типу ВНД встановлено нижчий вміст лактату у плазмі крові на 15,06 та 15,96 % за $p < 0,05$, ніж у свиноматок відповідно сильного врівноваженого інертного та слабого типів. Різниця між тваринами сильного врівноваженого рухливого та сильного невірівноваженого типів ВНД була незначною, так само як і між тваринами сильного врівноваженого інертного та слабого типів. За результатами кореляційного аналізу встановлено, що вміст лактату у плазмі крові взаємопов'язаний рухливістю процесів збудження й гальмування в корі великого мозку, на що вказує наявність середньої оберненої кореляції ($r=-0,46$ за $p < 0,05$), тоді як із силою та врівноваженістю нервових процесів взаємозв'язок невірогідний – відповідно $r=-0,15$ та $r=-0,34$. Дисперсійний аналіз показав, що рухливість нервових процесів має вірогідний вплив на вміст лактату у плазмі крові – $\eta^2_x=0,36$ ($p < 0,01$), тоді як ступінь впливу сили та врівно-

важеності коркових процесів був невірогідним і складав відповідно $\eta^2_x=0,14$ та $\eta^2_x=0,02$.

2. Показники обміну вуглеводів у плазмі крові свиноматок різних типів вищої нервової діяльності, $M \pm m$, $n=5$

Показники	Тип вищої нервової діяльності			
	Сильний врівноважений рухливий	Сильний врівноважений інертний	Сильний неврівноважений	Слабкий
Лактат, ммоль/л	0,99±0,04	1,12±0,03*	1,03±0,05	1,13±0,05*
Піруват, мкмоль/л	106,74±5,69	112,06±6,54	102,20±4,02	107,71±5,54
Співвідношення лактат/піруват	8,45±0,72	9,25±0,66	9,18±0,72	9,65±0,55

Примітка: * – $p < 0,05$ відносно свиноматок слабого типу ВНД.

За дослідження вмісту пірувату у плазмі крові свиноматок залежно від типологічних особливостей ВНД встановлено, що у стані відносного спокою відсутні вірогідні відмінності за вмістом пірувату у плазмі крові. Хоча у свиноматок сильного врівноваженого інертного типу ВНД відмічали найвищий вміст пірувату у плазмі крові, у свиноматок сильного неврівноваженого типу – найнижчий, а різниця між ними складала 8,79 %. Взаємозв'язок між основними властивостями процесів збудження й гальмування в корі великого мозку та вмістом пірувату у плазмі крові свиноматок був слабким та невірогідним ($r=-0,06-0,11$). Дисперсійний аналіз показав, що вплив основних показників умовно-рефлекторної діяльності на вміст пірувату у плазмі крові свиноматок був незначним ($\eta^2_x=0,00-0,07$).

Дослідження співвідношення лактат/піруват у крові показало, що вірогідні відмінності між свиноматками залежно від типологічних особливостей ВНД відсутні. Водночас у свиноматок сильного врівноваженого рухливого типу ВНД співвідношення лактат/піруват було дещо нижчим (на 8,74–14,22 %) порівняно зі свиноматками інших типів. Взаємозв'язок між силою, рухливістю та врівноваженістю коркових процесів та співвідношенням лактат/піруват у крові був слабким, а коефіцієнт кореляції складав від -0,27 до -0,18. Ступінь впливу основних властивостей коркових процесів на співвідношення лактат/піруват був також незначним ($\eta=0,05-0,06$).

Піруват є проміжним продуктом обміну речовин, який може бути використаний у різних анаболічних та катаболічних шляхах, включаючи окисний метаболізм, повторний синтез глюкози (глюконеогенез), синтез ліпідів (de novo ліпогенез) та підтримання циклу трикарбонових кислот [18]. Лактат утворюється з пірувату як кінцевий продукт анаеробного гліколізу. Тривалий час лактат вважався «глухим кутом» метаболізму. Згодом виявилося, що лактат є важливим енергетичним субстратом для деяких типів клітин, особливо в умовах дефіциту глюкози [19]. Останнім часом з'являється все більше дослідників, які стверджують, що лактат бере участь у регуляції експресії генів (може бути аутокринним, паракринним або ендокринним фактором, який чітко модулює функціонування клітин) [20]. Тому роль лактату в процесах обміну речовин ще недостатньо з'ясована.

Отримані нами результати щодо вмісту лактату у плазмі крові свиноматок залежно від типу ВНД подібні до даних, отриманих на свинях 5–6-ти місячного віку [13]. Натомість, у наших дослідженнях не встановлено впливу типологічних особливостей ВНД на вміст пірувату у плазмі крові на відміну від отриманих раніше даних. Ймовірно, це є свідченням того, що вік та фізіологічний стан свиней впливають на залежність між показниками обміну вуглеводів та показниками умовно-рефлекторної діяльності.

Висновки

З'ясовано, що кортико-вегетативні механізми регуляції лімітують окремі показники обміну вуглеводів у крові холостих свиноматок великої білої породи. Зокрема, кореляційний та дисперсійний аналізи отриманих даних дають змогу стверджувати, що типологічні характеристики вищої нервової діяльності взаємопов'язані та чинять вірогідний вплив на вміст лактату у плазмі крові, так само як і тону автономної нервової системи. Встановлено, що свиноматки із ваготонією мають вищий вміст лактату у плазмі крові порівняно зі свиноматками з нормотонією. Окрім того, вірогідно нижчий вміст лактату у плазмі крові відмічали у свиноматок сильного врівноваженого рухливого типу вищої нервової діяльності порівняно зі свиноматками сильного врівноваженого інертного та слабого типів. Проте за дослідження вмісту пірувату та співвідношення лактат/піруват у крові свиноматок не вияв-

лено залежності від типу вищої нервової діяльності та типу автономної регуляції серцевого ритму.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому плануємо дослідження інших показників обміну вуглеводів в організмі свинюток залежно від кортико-вегетативної регуляції через відсутність подібних даних щодо впливу типу вегетативної регуляції серцево-судинної системи.

References

1. Naumenko, V. V. (2004). Osoblyvosti umovno-reflektornoї diialnosti, typu nervovoi systemy ta yikh zviazok z deiakymy funktsiiamy u svynei. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 78, 13–34 [In Ukrainian].
2. Ziemssen, T., & Siepmann, T. (2019). The Investigation of the Cardiovascular and Sudomotor Autonomic Nervous System – A Review. *Frontiers in Neurology*, 10 (53). doi: 10.3389/fneur.2019.00053.
3. Prylutskyi, O. K. (2013). Vehetatyvna nervova systema. *Visnyk Problem Biolohii i Medytsyny*, 1 (2), 55–59 [In Ukrainian].
4. Zakrevska, M.V., & Tybinka, A.M. (2019). Histological characteristics of accessory adrenal glands of rabbits with different types of autonomous tonus. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 21 (93), 125–130. doi:10.32718/nvlvet9322.
5. Horalskyi, L. P., Demus, N. V., Sokulskyi, I. M., & Kolesnik, N. L. (2018). Morfometriya serdca telok cherno-pestroj porody` v zavisimosti ot tipa avtonomnoj regulyaczii serdechnogo ritma. *Uchenye Zapiski Uchrezhdeniya Obrazovaniya "Vitebskaya Ordena "Znak Pocheta" Gosudarstvennaya Akademiya Veterinarnej Medicyny*, 54 (2), 12–15 [In Russian].
6. Tybinka, A. M. (2005). Morfometriia livoho shlunochka sertsia svynei zalezno vid typolohii avtonomnykh vplyviv. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 7 (2), 151–155 [In Ukrainian].
7. Rabadanova, A. I. (2015). Vozrastnye osobennosti elektricheskoy aktivnosti i krovoobrashheniya golovnoho mozga u lyudej s razlichnym tipom vegetativnoj regulyaczii. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*, 2 (2). Retrieved from <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21947> [In Russian].
8. Abdalla, M. I. (2017). Central and peripheral control of food intake, *Endocrine Regulations*, 51 (1), 52–70. doi: 10.1515/enr-2017-0006.
9. Hirako, S., Wada, N., Kageyama, H., Takenoya, F., Izumida, Y., Kim, H., Iizuka, Y., Matsumoto, A., Okabe M., Kimura, A., and Suzuki, M., Yamanaka, S., & Shioda, S. (2016). Autonomic nervous system-mediated effects of galanin-like peptide on lipid metabolism in liver and adipose tissue. *Scientific Reports*, 6 (1). doi: 10.1038/srep21481.
10. Taborsky, G. J. (2011). Islets Have a Lot of Nerve! Or Do They? *Cell Metabolism*, 14 (1), 5–6. doi: 10.1016/j.cmet.2011.06.004.
11. Ahrén, B. (2000). Autonomic regulation of islet hormone secretion - Implications for health and disease. *Diabetologia*, 43 (4), 393–410. doi: 10.1007/s001250051322.
12. Karpovskiy, P. V., Postoi, R. V., Kryvoruchko, D. I., Karpovskiy, V. I., & Danchuk, O. V. (2013). Deiaiki pokaznyky obminu vuhlevodiv v syrovattsi krovi svynei z riznym tonusom avtonomnoi nervovoi systemy. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 15 (3 (57)), 101–105 [In Ukrainian].
13. Shesterynska, V. V., Trokoz, V. O., Karpovskiy, V. I., Danchuk, O. V., Postoi, R. V., Trokoz, A. V., Karpovskiy, P. V. Karpovskiy, V. V., & Landsman A. O. (2014). Vmist hliukozy, laktatu ta piruvatu u syrovattsi krovi svynei riznykh typiv vyshchoi nervovoi diialnosti. *Biolohiia Tvaryn*, 16 (2), 158–162 [In Ukrainian].
14. Karpovsky, V. I., Trokoz, V. O., Kryvoruchko, D. I., Trokoz, A. V., Shesterinskaya, V. V., Vasiliv, A. P. (2012). Metodyka vyznachennia typiv vyshchoi nervovoi diialnosti svynei u vyrobnychkykh umovakh. *Naukovo-Tekhnichniy Biuleten Derzhavnoho Naukovo-Doslidnoho Kontrolnoho Instytutu Veterynarnykh Preparativ ta Kormovykh Dobavok i Instytutu Biolohii Tvaryn*, 13 (1/2), 105–108 [In Ukrainian].
15. Derevianko, I. D., & Diachynskyi, A. S. (Eds.) (2009). *Fiziolohiia silskohospodarskykh tvaryn: praktykum*. (3rd ed.). Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury [In Ukrainian].
16. Plokhinskij, N. A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov: ucheb. posobie*. Moskva : Kolos [In Russian].
17. Kamyshnikov, V. S. (2004). *Spravochnik po kliniko-biokhimicheskim issledovaniyam i laboratornoj diagnostike*. Moskva: MEDpress-inform [In Russian].

18. McCommis, K. S., & Finck, B. N. (2015). Mitochondrial pyruvate transport: a historical perspective and future research directions. *Biochemical Journal*, 466 (3), 443–454. doi: 10.1042/bj20141171.
19. Iwanaga, T., & Kishimoto, A. (2015). Cellular distributions of monocarboxylate transporters: a review. *Biomedical Research*, 36 (5), 279–301. doi: 10.2220/biomedres.36.279.
20. Galardo, M. N., Regueira, M., Riera, M. F., Pellizzari, E. H., Cigorraga, S. B., & Meroni, S. B. (2014). Lactate Regulates Rat Male Germ Cell Function through Reactive Oxygen Species. *PLoS ONE*, 9 (1), e88024. doi: 10.1371/journal.pone.0088024.

Стаття надійшла до редакції 30.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Постой Р. В., Карповський В. І., Шостя А. М., Усенко С. О., Карунна Т. І., Шаферівський Б. С. Вплив кортико-вегетативних механізмів регуляції на вміст лактату, пірувату та їх співвідношення у крові свиноматок. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 205–211.

© Постой Руслан Вікторович, Карповський Валентин Іванович, Шостя Анатолій Михайлович, Усенко Світлана Олексіївна, Карунна Тетяна Іванівна, Шаферівський Богдан Сергійович, 2019

DIAGNOSTIC EFFECTIVENESS OF MODERN COPROOVOSCOPIC METHODS FOR GOOSE AMIDOSTOMOSIS

I. D. Yuskiv,

ORCID ID: [0000-0002-6029-3488](https://orcid.org/0000-0002-6029-3488), E-mail: igor_yuskiv@ukr.net,

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, 50, Pekarska str., Lviv, 79010

V. V. Melnychuk,

ORCID ID: [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065), E-mail: melnychuk86@ukr.net,

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

Goose farming is one of the traditional and highly profitable livestock farming industries in Ukraine and in several countries of the world. Its successful developing and obtaining high-quality, competitive products are possible in case of available high-quality breeding poultry having high genetic potential, being well adapted to local natural- climatic conditions, as well as epizootic well-being as to invasion diseases, in particular helminthiases. Pathogenic parasites, which are widely spread among domestic geese, include nematodes of *Amidostomum anseris* species. Diagnostic coproovoscopic studies of waterfowl are of great importance in the organization of anti-parasitic measures.. In order to establish the effectiveness of modern coproovoscopic methods for goose amidostomosis, four methods were compared, namely: the bischofite method (by Dakhno I. S., 2003); the method of using carbamide (by Melnychuk V. V., 2015); the method of using sugar-salt combined solution (by Manoilo Yu. B., 2016); and the method of using a combined solution of sugar and sodium chloride (by Natiahla I. V., 2016). According to the results of the experimental studies it was revealed that the most effective method of lifetime coproovoscopic goose amidostomosis diagnostics was the method of Melnychuk V. V. with using carbamide solution, in which the percentage of positive samples ranged from 93.33 to 100.0 %, invasion intensity reached 118.67 ± 13.50 eggs per 1 g of feces. This method ensured high accuracy of the obtained biomaterial when conducting helminth embryo microscopy. Using the method of Natiahla I. V. and Manoilo Yu. B., in which the combined mixture was used as flotation solution the number of positive samples ranged from 60.0 to 100 % and invasion intensity ranged from 37.78 ± 4.01 to 82.67 ± 9.73 eggs/g. The lowest diagnostic effectiveness was found while using Dakhno's I. S. method applying bischofite as flotation solution. The intensity of amidostomosis invasion, depending on the exposure, ranged from 24.44 ± 2.94 to 66.15 ± 11.85 eggs/g. The obtained data on the diagnostic effectiveness of coproovoscopic methods will enable to apply the most sensitive methods in the measures concerning the control and prevention of goose amidostomosis.

Key words: amidostomosis, geese, lifetime diagnostics, coproovoscopy, effectiveness, intensity, helminth eggs.

ДІАГНОСТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ КОПРООВОСКОПІЇ ЗА АМІДОСТОМОЗУ ГУСЕЙ**І. Д. Юськів,**

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

В. В. Мельничук,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Гусівництво – одна з традиційних і високорентабельних галузей тваринництва в Україні та в низці країн світу. Її успішний розвиток та отримання високоякісної, конкурентоспроможної продукції можливо за наявності висококласної племінної птиці з високим генетичним потенціалом, добре адаптованої до місцевих природно-кліматичних умов, а також епізоотичного благополуччя щодо інвазійних захворювань, зокрема гельмінтозів. Патогенними паразитами, що значно поширені серед свійських гусей, є нематоди виду *Amidostomum anseris*. Велике значення в організації протипаразитарних заходів мають діагностичні копроовоскопічні дослідження водоплавних птахів. З метою встановлення ефективності сучасних методів копроовоскопії хворих на амідостомоз гусей порівнювали чотири методи, а саме: спосіб з використанням бішофіту (за Дахно І. С., 2003); спосіб з використанням карбаміду (за Мельничуком В. В., 2015); спосіб з використанням цукрово-сольового комбінованого розчину (за Манойло Ю. Б., 2016); спосіб з використанням комбінованого розчину цукру та натрію хлориду (за Натяглою І. В., 2016). У результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що найбільш ефективним методом зажиттєвої копроовоскопічної діагностики амідостомозу гусей є метод за Мельничуком В. В. із застосуванням розчину карбаміду, де відсоток позитивних проб коливався в межах від 93,33 до 100,0 %, інтенсивність інвазії сягала $118,67 \pm 13,50$ яєць у 1 г посліду. Цей метод забезпечував високу чіткість отриманого біоматеріалу при проведенні мікроскопії зародків гельмінтів. У разі використання методу Натяглої І. В. та Манойло Ю. Б., де як флотаційну рідину використовували комбіновану суміш, кількість позитивних проб коливалася від 60,0 до 100 %, а інтенсивність інвазії – від $37,78 \pm 4,01$ до $82,67 \pm 9,73$ яєць/г. Найменшу діагностичну ефективність виявлено за умов застосування методу Дахно І. С. з використанням бішофіту як флотаційної рідини. При цьому інтенсивність амідостомозної інвазії залежно від експозиції коливалася в межах від $24,44 \pm 2,94$ до $66,15 \pm 11,85$ яєць/г. Отримані дані щодо діагностичної ефективності методів копроовоскопії дозволять застосовувати найбільш чутливі способи в заходах щодо боротьби та профілактики амідостомозу гусей.

Ключові слова: амідостомоз, гуси, зажиттєва діагностика, копроовоскопія, ефективність, інтенсивність, яйця гельмінтів.

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ КОПРООВОСКОПИИ ПРИ АМИДОСТОМОЗЕ ГУСЕЙ**И. Д. Юськов,**

Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого, г. Львов, Украина

В. В. Мельничук,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что наиболее эффективным методом прижизненной копроовоскопической диагностики амидостомоза гусей является метод Мельничука В. В. с использованием раствора карбамида, где процент положительных проб колебался в пределах от 93,33 до 100,0%, интенсивность инвазии достигала $118,67 \pm 13,50$ яиц в 1 г помета. При использовании метода Натяглой И. В. и Манойло Ю. Б., где в качестве флотационной жидкости применяли комбинированный раствор, количество положительных проб колебалось от 60,0 до 100%, а интенсивность инвазии – от $37,78 \pm 4,01$ до $82,67 \pm 7,22$ яиц/г. Наименьшую диагностическую эффективность обнаружено при использовании метода Дахно И. С. с использованием бишофита, как флотационного раствора. При этом интенсивность амидостомозной инвазии в зависимости от экспозиции колебалась в пределах от $24,44 \pm 2,94$ до $66,15 \pm 11,85$ яиц/г.

Ключевые слова: амидостомоз, гуси, прижизненная диагностика, копроовоскопия, эффективность, интенсивность, яйца гельминтов.

Вступ

Нематоди, що відносяться до роду *Amidostomum* Railliet & Henry, 1909 (Nematoda, Amidostomatidae) є одними з найпоширеніших гельмінтів водоплавної птиці. Це гельмінти, які у процесі еволюції пристосувалися до паразитування під кутикулою м'язового шлунка, а в зимовий період можуть переходити в товщу слизової залозистого шлунка птиці. Найчастіше ці нематоди виявляють у птахів ряду гусеподібних (*Anseriformes* Wagler, 1831), і вони уражають як диких, так і свійських птахів [1–7].

Багато з представників цього роду відносяться до патогенних паразитів. До їх числа належить вид *Amidostomum anseris*, який є одним з найбільш значно поширених гельмінтів свійських і диких гусей (*Anser anser dom.* Linnaeus, 1758) в Україні, особливо в районах Полісся. Час ензоотичних спалахів амидостомозу залежить від природньо зональних і сезонних особливостей: у зоні Полісся вони частіше спостерігаються в липні, а у степовій зоні – в червні. Цей вид амидостом зареєстрований на всіх материках, крім Австралії. На території Польщі ураженість гусей *A. anseris* досягала 50,0 % [8]. Водночас у гусівницьких фермах колишньої Чехословаччини та Іспанії інвазованість гусей збудником амидостомозу коливалася в межах від 2,4 до 3,7 % [9, 10]. На території Російської федерації показники екстенсивності інвазії гусей *A. anseris* коливалися в межах від 9,7 до 100,0 % [11, 12], а в окремих регіонах України – від 34,6 до 56,9 % [13–15].

Одним з важливих заходів у боротьбі та профілактиці амидостомозу гусей є своєчасне й точне діагностування інвазії. З цією метою фахівці частіше використовують методи життєвої лабораторної діагностики, а саме копроовоскопічні. Для виявлення яєць гельмінтів достатньо застосовувати методи з використанням різноманітних флотаційних розчинів (методи флотації і їхні модифікації). Вони засновані на принципі спливання яєць гельмінтів у рідинах з високою густиною і подальшим дослідженням поверхневого шару, у якому вони концентруються. Гельмінтоовоскопія включає чимало методів досліджень, нерівнозначних за своєю ефективністю [16, 17].

Зважаючи на вищенаведене, метою наших досліджень було встановити ефективність сучасних методів копроовоскопії хворих на амидостомоз гусей. Для досягнення мети необхідно було розв'язати такі задачі: визначити чутливість різних флотаційних рідин при діагностиці амидостомозу гусей; провести порівняння діагностичної ефективності сучасних методів копроовоскопії хворих на амидостомоз гусей.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували літньо-осіннього періоду 2019 року в лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії та лабораторії кафедри паразитології та іхтіопатології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

З метою встановлення ефективності сучасних методів копроовоскопії хворих на амидостомоз гусей порівнювали чотири різних методи за різних експозицій (10, 15 та 20 хв). З них випробували такі: спосіб за Дахно І. С. (з використанням бішофіту) [18]; спосіб за Мельничуком В. В. та ін. (з використанням розчину карбаміду) [19]; спосіб за Манойло Ю. Б. та ін. (з використанням комбінованого розчину цукру і натрію хлориду у співвідношенні 1 : 1) [20]; спосіб за Натяглою І. В. та ін. (з використанням комбінованого розчину цукру та натрію хлориду в співвідношенні 1 : 1,5) [21]. Визначали інтенсивність інвазії за методом В. Н. Трача. Оцінювання способів проводили за показниками: кількості позитивних проб, середньої кількості виявлених яєць амидостом, а також наявності артефактів – сторонніх решток та пухирців повітря різного розміру при мікроскопії. Всього проведено 180 копроовоскопічних досліджень.

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили з визначенням середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності (p) з використанням таблиці t -критеріїв Стюдента.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами гельмінтоовоскопічних досліджень у разі використання способу з карбамідом (за Мельничуком В. В.) найбільшу кількість позитивних проб з яйцями амидостом (100,0 %) встановлено

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

за експозиції 15 та 20 хв. При проведенні мікроскопії цей метод забезпечував високу чіткість перегляду підготовленого препарату, оскільки в ньому виявлено незначну кількість артефактів – дрібних сторонніх решток або пухирців повітря (табл. 1).

1. Ефективність методів копроовоскопії хворих на амідостомоз гусей (n=15)

Спосіб дослідження	Експозиція						Наявність сторонніх решток
	10 хв		15 хв		20 хв		
	Кількість позитивних проб	%	Кількість позитивних проб	%	Кількість позитивних проб	%	
за Мельничуком В. В.	14	93,33	15	100,0	15	100,0	•
за Натяглою І. В.	13	86,67	14	93,33	15	100,0	•
за Манойло Ю. Б.	9	60,0	11	73,33	13	86,67	••
за Дахно І. С.	9	60,0	13	86,67	13	86,67	•••

Примітка: • – незначна кількість дрібних сторонніх решток / пухирців повітря; •• – одночасне виявлення великої кількості дрібних та незначної кількості великих за розмірами решток / пухирців повітря; ••• – велика кількість як дрібних, так і значних за розмірами сторонніх решток / пухирців повітря.

У разі використання методу із застосуванням цукрово-сольової суміші (співвідношення 1 : 1,5) за Натяглою І. В. ефективність копроовоскопії виявилася високою за експозиції 20 хв та сягала 100 % при лабораторних дослідженнях посліду, а також спостерігали незначну кількість артефактів. За методами Манойло Ю. Б. та Дахна І. С. кількість позитивних проб з яйцями амідостом коливалася в межах від 60,0 до 86,67 %. Водночас за використання методу Манойло Ю. Б. при мікроскопічному дослідженні препарату одночасно виявляли велику кількість дрібних та незначну кількість великих за розмірами решток (пухирців повітря), а за використання методу Дахна І. С. – велику кількість як дрібних, так і значних за розмірами сторонніх решток (пухирців повітря).

За показниками середньої кількості виявлених яєць амідостом найбільш ефективним виявився метод за Мельничуком В. В., де інтенсивність інвазії за експозиції проб 15 хв. сягала $118,67 \pm 13,50$ яєць у 1 г посліду птиці (табл. 2).

2. Лабораторні дослідження з ефективності сучасних методів діагностики проб посліду хворих на амідостомоз гусей ($M \pm m$, n=15)

Спосіб дослідження	Кількість яєць <i>Amidostomum anseris</i> у 1 г посліду		
	Експозиція		
	10 хв	15 хв	20 хв
за Мельничуком В. В.	$57,14 \pm 7,80$	$118,67 \pm 13,50$	$116,00 \pm 15,02$
за Натяглою І. В.	$50,77 \pm 7,02$	$82,86 \pm 7,22^*$	$82,67 \pm 9,73$
за Манойло Ю. Б.	$37,78 \pm 4,01^*$	$61,82 \pm 11,89^{**}$	$69,23 \pm 9,77^*$
за Дахно І. С.	$24,44 \pm 2,94^{**}$	$50,77 \pm 9,23^{***}$	$66,15 \pm 11,85^{***}$

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – відносно показнику способу копроовоскопії за Мельничуком В. В.

Усі інші методи були менш ефективними. У разі використання методу Натяглою І. В. максимальну кількість яєць амідостом ($82,86 \pm 7,22$ яєць/г) виявлено за експозиції 15 хв., що на 30,18 % ($p < 0,05$) менше, ніж за використання методу, запропонованого Мельничуком В. В. Показники інтенсивності амідостомозної інвазії проб посліду при застосуванні методу Манойло Ю. Б. коливалися в межах від $37,78 \pm 4,01$ до $69,23 \pm 9,77$ яєць/г, що на 33,88–47,91 % ($p < 0,05 \dots p < 0,01$) менше, ніж за використання методу з карбамідом. Найменшу діагностичну ефективність виявлено за умов застосування методу Дахна І. С. з використанням бішофіту як флотаційної рідини. При цьому інтенсивність амідостомозної інвазії проб посліду залежить від експозиції і коливалася в межах від 24,44 до 66,15 яєць/г що на 42,97–57,23 % ($p < 0,01 \dots p < 0,001$) менше порівняно зі способом, запропонованим Мельничуком В. В.

Отже, знання діагностичної ефективності методів копроовоскопії за тієї чи тієї інвазії дає змогу на ранніх стадіях своєчасно виявляти збудника та застосовувати лікувально-профілактичні заходи [16, 17]. Тому нами випробувано ефективність сучасних методів життєвої діагностики амідостомозу гусей. Встановлено, що найбільшою діагностичною чутливістю до яєць *Amidostomum anseris* виявив-

ся метод, запропонований Мельничуком В. В., де як флотанту використано розчин карбаміду. Його ефективність становила 100 % за кількістю позитивних проб та $118,67 \pm 13,50$ яєць/г за показниками інтенсивності інвазії. Метод є ергономічним, зручним у використанні, обумовлює високу чіткість отриманого матеріалу при проведенні мікроскопії. Високу чутливість цього методу доведено, коли його використовували в діагностуванні трихуридозу свиней, де запропонований автором флотаційний метод копроовоскопічного дослідження за ефективністю виявлення яєць трихурисів свиней перевищував на 31,20–77,69 % відомі методи Фюллеборна, Котельникова-Хренова і В. О. Євстаф'євої [19].

Отримані дані щодо діагностичної ефективності методами копроовоскопії амідостомозу гусей дозволять своєчасно й точно розпізнавати цей гельмінтоз за життя птиці у виробничих умовах та здійснювати комплекс протигельмінтозних заходів.

Висновки

Найефективнішим методом флотації для виявлення яєць *Amidostomum anseris* у виробничих умовах гусівницьких ферм є спосіб зажиттєвої копроовоскопічної діагностики з використанням карбаміду за методом Мельничука В. В., ефективність якого перевищує результативність методів за використання комбінованої цукрово-сольової суміші 1 : 1 та 1 : 1,5 (за Натяглою І. В. та Манойло Ю. Б.) – до 30,18–47,91 % та розчину бішофіту (за Дахно І. С.) – до 57,23 %.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується вивчення діагностичної ефективності сучасних методів посмертної діагностики хворих на амідостомоз гусей.

References

1. Mac Neill, A. C. (1970). *Amidostomum anseris* infection in wild swans and goldeneye ducks. *Canadian Veterinary Journal*, 11 (8), 164–167.
2. Nowicki, A., Roby, D. D., & Woolf, A. (1995). Gizzard nematodes of Canada geese wintering in southern Illinois. *Journal of Wildlife Diseases*, 31 (3), 307–313. doi: 10.7589/0090-3558-31.3.307.
3. Purvis, J. R., Gawlik, D. E., Dronen, N. O., & Silvy, N. J. (1997). Helminths of Wintering Geese in Texas. *Journal of Wildlife Diseases*, 33 (3), 660–663. doi: 10.7589/0090-3558-33.3.660.
4. Fedynich, A. M., Finger, R. S., Ballard, B. M., Garvon, J. M., Mayfield, M. J. (2005). Helminths of Ross' and Greater White-fronted Geese Wintering in South Texas, U.S.A. *Comparative Parasitology*, 72 (1), 33–38. doi: 10.1654/4159.
5. Yoshino, T., Uemura, J., Endoh, D., Kaneko, M., Osa, Y., & Asakawa, M. (2009). Parasitic nematodes of anseriform birds in Hokkaido, Japan. *Helminthologia*, 46 (2), 117–122. doi: 10.2478/s11687-009-0023-x.
6. Syrota, Y. Y., Kharchenko, V. O. (2015). Analysis of study comprehensiveness for nematode fauna of hydrophilic birds in Ukrainian Polissya. *Annals of Parasitology*, 61 (3), 165–174.
7. Amundson, C. L., Traub, N. J., Smith-Herron, A. J., & Flint, P. L. (2016). Helminth community structure in two species of arctic-breeding waterfowl. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 5 (3), 263–272. doi: 10.1016/j.ijppaw.2016.09.002.
8. Kornaś, S., Basiaga, M., Kowal, J., Nosal, P., Wierzbowska, I., & Kapkowska, E. (2015). Zatorska goose – a subject of parasitological research. *Annals of Parasitology*, 61 (4), 253–256.
9. Busta, J. (1980). Helminths in broiler geese fattened in runs. *Veterinary Medicine (Praha)*, 25 (12), 717–723.
10. Figuerola, J., Torres, J., Garrido, J., Green, A. J., & Negro, J. J. (2005). Do carotenoids and spleen size vary with helminth load in greylag geese? *Canadian Journal of Zoology*, 83 (3), 389–395. doi: 10.1139/z05-022.
11. Sidiki, B., Akbaev, M. Sh. (1995). Gelmintozy gusej v usloviyah Nechernozemnoj zony RF. *Aktualnye Voprosy Infekcionnyh i Invazionnyh Boleznj Zhivotnyh*, 4–8 [In Russian].
12. Sergushin, A. V. (2000). Rasprostranenie gelmintov gusej v Tyumenskoj oblasti. *Veterinariya Sibiri*, 4, 55 [In Russian].
13. Yevstafieva, V. O., Mykhailiutenko, S. M. (2011). Poshyrennia kyshkovykh nematodoziv husei u hospodarstvakh Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 91–93 [In Ukrainian].
14. Liulin, P. V. (2006). Deiaki pytannia epizootolohii amidostomozu husei. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1–2 (15–16), 120–121 [In Ukrainian].
15. Shevtsov, O. O. (1961). Do vyvchennia sezonnoi dynamiky helmintoziv husei na terytorii Ukrainy. *Visnyk Silskohospodarskoi Nauky*, 5 (10), 100–103 [In Ukrainian].
16. Taglioretti, V., Sardella, N., & Fugassa, M. (2014). Effectiveness of coproscopic concentration techniques. *Helminthologia*, 51 (3), 210–214. doi: 10.2478/s11687-014-0231-x.

17. Perrett, R. E. (2018). Principles of Veterinary Parasitology. *Veterinary Record*, 182 (3), 88–88. doi: 10.1136/vr.k280.
18. Dakhno, I. S., & Dakhno, Yu. I. (2010). *Ekolohichna helmintolohiia. Navchalnyi posibnyk*. Sumy: Kozatskyi val, VAT "SOD" [In Ukrainian].
19. Galat, V. F., & Melnychuk, V. V. (2015). Uovershenstvovanie metodov koproovoskopicheskoy diagnostiki trihocefaleza svinej. *Uchenye Zapiski Uchrezhdeniya Obrazovaniya «Vitebskaya Ordena «Znak Pocheta» Gosudarstvennaya Akademiya Veterinarnej Medicyny»*, 51 (1 (1)) 185–188 [In Russian].
20. Manoilo, Yu. B., & Yevstafieva, V. O. (2016). Efektyvnist udoskonalenoho sposobu koproovoskopichnoi diahnostyky ezofahostomozu svynei. *Biuleten «Veterynarna Biotekhnolohiia»*, 28, 181–187 [In Ukrainian].
21. Yevstafieva, V. O., Natiahla, I. V., & Melnychuk, V. V. (2016). Porivnialna efektyvnist zazhyttievykh sposobiv koproovoskopichnoi diahnostyky kapiliariozu kurei. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 11 (39), 150–154 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 30.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Юськів І. Д., Мельничук В. В. Діагностична ефективність сучасних методів копроовоскопії за амідостомозу гусей. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 212–217.

© Юськів Ігор Дмитрович, Мельничук Віталій Васильович, 2019

SPREADING OF CALF NEOASCAROSIS ON FARMS OF SUMY REGION**L. V. Nagorna,**ORCID ID: [0000-0001-8307-183X](https://orcid.org/0000-0001-8307-183X), E-mail: lvn_10@ukr.net,**V. I. Risovaniy,**ORCID ID: [0000-0003-0724-4991](https://orcid.org/0000-0003-0724-4991), E-mail: rvisu@ukr.net,

Sumy National Agrarian University, 160, G. Kondatieva str., Sumy, 40021, Ukraine

*Nematodoses are unresolved problem on cattle farms. Nematodoses have become widespread in various states and climatic zones. Neoascaris infestation is a serious problem for cattle young. Parasitizing neoascaris causes digestive disorders, the appearance of bronchopneumonia of parasitic etiology. Animals lag behind in growth and development, and die at high infestation intensity. The purpose of our work was to investigate the spreading of calf neoascaris on small farms of Sumy region. To achieve this goal, it was necessary to solve the following tasks: to carry out a laboratory study of feces, analyze the impact of anthropogenic factors, technological schemes of animal growing, sanitary and hygienic conditions on the farms as to neoascaris spreading. The work was performed on the basis of the laboratory of the Department of epizootology and parasitology of Sumy National Agrarian University, as well as on farms of Sumy region. The study was conducted on different age groups of young animals, in particular, 1–3 months, 4–5 months and 6–12 months. For coproovoscopy, a standardized flotation method by Kotelnikov and Khrenov with ammonium nitrate solution was used. According to the results of the researches, the spreading of calf neoascaris on the farms of Sumy region was established. The average prevalence on the surveyed farms made 61 %. Of the 112 studied animals of different age categories, 69 were found to be infected with *Neoascaris vitulorum*. The maximum disease manifestation in young animals was observed in the spring-autumn period. It has been found that in case of calf neoascaris, the prevalence indices have decreased with age. Calves 1-3 months of age were infected by calf *Neoascaris vitulorum* most of all (prevalence made 84.8 %). In the group of calves aged 4–5 months, the prevalence was lower and made 62.9 %. The lowest prevalence (25.8 %) was diagnosed in the calf group aged 6–12 months.*

Key words: nematodes, neoascaris, cattle, calves, clinical picture of the disease.

ПОШИРЕННЯ НЕОАСКАРОЗУ ТЕЛЯТ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ**Л. В. Нагорна, В. І. Рисований,**

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Нематодози є нерозв'язаною проблемою в господарствах, які займаються вирощуванням великої рогатої худоби. Для молодняка великої рогатої худоби актуальним є інвазування неоскарисами. Паразити неоскарисів призводить до розладів органів травлення, появу бронхопневмоній паразитарної етіології. Тварини відстають у рості та розвитку, а у разі високої інтенсивності інвазії гинуть. Метою нашої роботи було з'ясувати поширення неоскарозу телят в умовах дрібних фермерських господарств Сумської області. Для досягнення мети необхідно було розв'язати такі задачі: провести лабораторне дослідження фекалій, здійснити аналіз впливу антропогенних чинників, технологічних схем вирощування тварин, санітарно-гігієнічних умов у господарствах на поширення неоскарозу. Роботу виконували на базі лабораторії кафедри епізоотології та паразитології Сумського національного аграрного університету, а також в умовах фермерських господарств Сумської обла-

сті. Дослідженню піддавали різні вікові групи молодняка, зокрема 1–3 міс., 4–5 міс. та 6–12 міс. Для копроовоскопії застосовували стандартизований метод флотації з розчином нітрату амонію за Г. О. Котельниковим та В. М. Хреновим. За результатами проведених досліджень встановлено поширення неоаскарозу телят в умовах фермерських господарств Сумської області. Середня екстенсивність інвазії в обстежених господарствах становила 61 %. Зі 112 обстежених голів різних вікових категорій – 69 голів виявилися інвазованими неоаскаридами. Максимальний прояв хвороби в молодняка тварин відмічали у весняно-осінній період. З'ясовано, що у разі неоаскарозу телят показники екстенсивності інвазії з віком тварин зменшувалися. Максимально уражалися неоаскаридами телята у віці 1–3 міс. (ЕІ 84,8 %). У групі телят віком 4–5 міс. ЕІ була нижчою і становила 62,9 %. Найнижчу ЕІ в обстеженого поголів'я молодняка великої рогатої худоби (25,8 %) було діагностовано у групі телят віком 6–12 міс.

Ключові слова: нематоди, неоаскароз, велика рогата худоба, телята, особливості перебігу.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ НЕОАСКАРОЗА ТЕЛЯТ В УСЛОВИЯХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ СУМСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. В. Нагорная, В. И. Рисованый,

Сумский национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Представлены результаты изучения распространения неоаскароза телят среди поголовья молодняка крупного рогатого скота в условиях фермерских хозяйств Сумской области. Установлено, что паразитирование неоаскарид вызывает расстройства органов пищеварения у животных. Средняя экстенсивность инвазии составляла 61 %. Максимальное проявление болезни у молодняка животных отмечали в весенне-осенний период. Выяснено, что при неоаскарозе телят показатели экстенсивности инвазии с возрастом уменьшаются. Максимально поражались неоаскаридами телята в возрасте 1–3 мес. (ЭИ 84,8 %). Экстенсивность инвазии в группе телят в возрасте 4–5 мес. была ниже и составила 62,9 %. Самая низкая экстенсивность инвазии молодняка крупного рогатого скота (25,8 %), была диагностирована в группе телят в возрасте 6–12 мес.

Ключевые слова: нематоды, неоаскароз, крупный рогатый скот, телята, особенности течения.

Вступ

Сучасна ситуація в аграрному секторі України щодо кількісного складу продуктивних сільськогосподарських тварин упродовж останніх років викликає суттєві занепокоєння. Не стала виключенням і галузь скотарства [1]. Водночас більшої актуальності набули питання щодо забезпечення стійкого епізоотичного благополуччя наявного поголів'я. Досягти цього можна за максимально чіткого контролю заразних захворювань. Не втрачають своєї актуальності гельмінтози, які часто мають асоційований перебіг з іншими гельмінтозами чи протозоозами. Надзвичайно розгалужене біорізноманіття захворювань, збудниками яких виступають гельмінти, шляхів та факторів їх передачі, потребує постійного контролю епізоотичної ситуації, вивчення структури та удосконалення існуючих методів лікування та профілактики гельмінтозів [2, 3, 4, 5]. Застосування в господарствах різних технологій утримання тварин упродовж усього циклу їх вирощування спричиняє до різної епізоотичної ситуації щодо гельмінтозів. Вагому частку з них становлять нематодози. Одним із чинників, які цьому сприяють, є низка антропогенних факторів, зокрема й невідрегульований комплекс лікувально-профілактичних заходів. Економічні збитки для господарств у разі нематодозів великої рогатої худоби полягають у загибелі молодняка та зниженні їхніх приростів, погіршенні конверсії корму, а у разі мікстінвазії – втрати зростають у декілька разів [6, 7, 8, 9].

У великої рогатої худоби зареєстровано 110 видів гельмінтів, з них нематод – 86 видів. За даними дослідників, велика рогата худоба в господарствах різних виробничих потужностей частіше інвазується такими видами нематод: *Strongyloides papillosus*, *Neoascaris (Toxocara) vitulorum*, *Ostertagia ostertagi*, *Nematodirus spathiger*, *Chabertia ovina*, *Trichuris spp.* Гельмінтофауна нематодозів великої рогатої худоби є різноманітною й залежить від вікової категорії поголів'я [10, 11, 12].

Нематодози є також нерозв'язаною проблемою в господарствах, які займаються вирощуванням великої рогатої худоби, в різних державах та природно-кліматичних зонах [13, 14, 15]. Для молодняка буквально з перших днів життя актуальним є інвазування неоаскаридами. Серед поголів'я худоби в Індії

частка інвазованих неоаскарисами тварин становить – 15,2 %, Китаї – 50,0 %, Нігерії – 54,4 %, Сирії – 2,9 %, В'єтнамі – 36 %, США – 17,6 %, в різних регіонах Туреччини – 0,3–29 % [16, 17, 18, 19, 20, 21].

Оскільки за даними державної статистичної звітності, впродовж 2019 р. Сумська область зайняла третє місце серед областей за показниками динаміки приросту великої рогатої худоби в господарствах населення та дрібних фермерських господарствах (100,7 % до рівня 2018 р.), то ми піддали вибірково гельмінтологічному обстеженню молодняк великої рогатої худоби вказаного сектору [1].

Метою нашої роботи було з'ясувати поширення неоаскарозу телят в умовах дрібних фермерських господарств Сумської області. Для досягнення мети необхідно було розв'язати такі задачі: провести лабораторне дослідження фекалій, здійснити аналіз впливу антропогенних чинників, технологічних схем вирощування тварин, санітарно-гігієнічних умов у господарствах на поширення неоаскарозу.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2019 року на базі лабораторії кафедри епізоотології та паразитології Сумського національного аграрного університету, а також в умовах фермерських господарств Сумської області. У телят відбір проб фекалій проводили щомісяця. Дослідженню піддавали різні вікові групи молодняка, зокрема 1–3 міс., 4–5 міс. та 6–12 міс. Для копроовоскопії застосовували стандартизований метод флотації з розчином нітрату амонію за Г. О. Котельниковим та В. М. Хреновим. Видову належність яєць гельмінтів великої рогатої худоби проводили за допомогою атласу диференціальної діагностики гельмінтозів [22].

В усіх обстежених господарствах практикують пасовищне утримання тварин. Пасовища знаходяться поблизу поверхневих вододжерел. Кормами господарства забезпечені за рахунок власного виробництва. Господарства є благополучними щодо інфекційних захворювань великої рогатої худоби. У господарствах утримують поголів'я великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених досліджень встановлено поширення неоаскарозу телят в умовах дрібних фермерських господарств Сумської області, проте з різною екстенсивністю інвазії. Середня екстенсивність інвазії в обстежених господарствах становила 61 % (зі 112 обстежених голів різних вікових категорій – 69 голів виявилися інвазованими неоаскарисами). У різних вікових групах екстенсивність інвазії відрізнялася (табл.).

Вікова динаміка неоаскарозу телят

Вік тварин, міс.	Кількість обстежених тварин	EI, %
1–3	46	84,8
4–5	35	62,9
6–12	31	25,8

Максимальна екстенсивність інвазії реєструвалася у групі тварин віком 1–3 міс. – показники екстенсивності інвазії становили 84,8 %. Оскільки імовірно зараження новонароджених телят відбувається в перші тижні життя шляхом заковтування інвазійних яєць та личинок неоаскарисів з молозивом та молоком, у кишечнику телят із яєць (рис. 1) виходять личинки, які проходять гепатопульмональний шлях міграції, де через 1,5 місяця вони досягають статевої зрілості. У разі інвазування *Neoscaris vitulorum* телят старших вікових груп (4–5 та 6–12 міс.), найімовірнішим шляхом зараження є заковтування інвазійних яєць разом з кормом і водою. У групі телят віком 4–5 міс. екстенсивність інвазії була нижчою і становила 62,9 %. Найнижчу екстенсивність інвазії в обстеженого поголів'я молодняка великої рогатої худоби (25,8 %), було діагностовано у групі телят віком 6–12 міс.

В обстежених групах різновікових тварин не спостерігали загибелі, проте в телят, у яких діагностували неоаскароз в анамнезі різноманітні розлади роботи шлунково-кишкового тракту. На тваринах старших вікових груп не проводили дослідження, оскільки літературні дані свідчать про низьку сприйнятливості їх до інвазування. Можна припустити, що в обстежених господарствах зараження телят відбувалося також утробним шляхом, коли в організмі інвазованих тільних корів личинки, мігруючи кровеносною системою, потрапляють у капілярну систему матки і через плаценту проникають у навколоплідну рідину, де накопичуються і зберігаються до кінця тільності. Зараження плоду відбувається при заковтуванні з плодовими водами личинок паразита четвертої стадії.

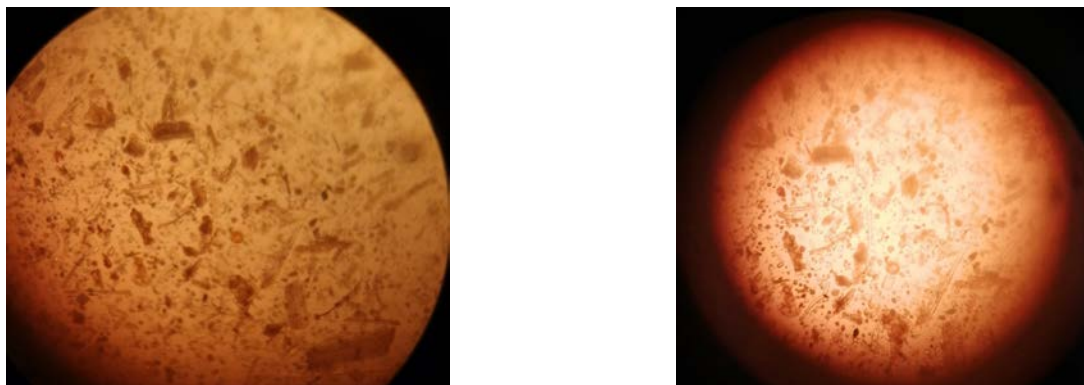


Рис. 1. Яйця *Neoascaris vitulorum* (оптична мікроскопія)

Оскільки організм дорослих тварин до неоаскарозу має набутий віковий імунітет, то в телят старших вікових груп можливе самовідходження неоаскарисів, однак у тілі корів збудник може тривалий час зберігатися на стадії личинки, а вже під час тільності передаватись утробно.

Отже, результати проведених досліджень свідчать, що неоаскароз телят є актуальним гельмінтозом в умовах дрібних фермерських господарств Сумщини. Частково цьому сприяє стійловопасовищна система утримання, яка практикується в господарствах. З точки зору добробуту, принципів належного та дбайливого догляду, впливу на продуктивні характеристики тварин ця система є максимально сприятливою, проте потребує постійного контролю щодо паразитоценозів. З економічної точки зору, паразитарні хвороби є однією з найбільших проблем для господарств, які практикують пасовищну систему утримання. Одержані результати підтверджуються науковцями, які вивчали це питання [4, 5, 9]. Тривалість збереження яєць *Neoascaris vitulorum* у ґрунті становить близько 2–2,5 міс., а якщо врахувати сприятливі показники температури та відносної вологості в місцях перебування тварин у літній період, то інвазійна личинка розвивається за 16–22 доби майже в усіх яйцях неоаскарисів.

Зростання середньорічної температури також сприяє збереженню яєць *Neoascaris vitulorum* у доквіллі, зокрема й упродовж зими. На наступний сезон наслідком цього є зростання екстенсивності інвазії серед молодняка. Сприяють поширенню інвазії низька водопроникність ґрунтів пасовищ, висока щільність худоби на одиницю площі пасовища. Указані фактори характерні для обстежених нами господарств. У ході досліджень не виявлена тенденція щодо чутливості інвазування молодняка *Neoascaris vitulorum* залежно від статі, хоча в наукових розвідках трапляються повідомлення про вищу сприйнятливість до інвазування неоаскарисами теличок [17, 18].

На підставі отриманих даних копроовоскопічних досліджень власникам рекомендовано забезпечити ізольоване утримання корів та телят, з обов'язковим проведенням дегельмінтизації молодняка, починаючи з 20-добового віку. Протягом п'яти діб після дегельмінтизації отриманий від тварин гній в обов'язковому порядку біотермічно знезаражують. У господарствах бажано запровадити систему періодичної дезінвазії виробничих приміщень та територій поблизу та унеможливити перебування лактуючих тварин на місцевостях з травостоєм, де перебувають телята.

Висновки

В умовах дрібнотоварних фермерських господарств Сумської області середня екстенсивність інвазії у разі неоаскарозу телят становила 61 %. Максимальний прояв хвороби в молодняка тварин відмічали у весняно-осінній період. З'ясовано, що у разі неоаскарозу телят показники екстенсивності інвазії з віком тварин зменшуються. Максимально уражаються неоаскарисами телята у віці 1–3 міс. (екстенсивність інвазії 84,8 %).

Перспективи подальших досліджень. У ході подальших досліджень планується вивчити епізоотичну ситуацію щодо нематодозів великої рогатої худоби в господарствах Сумської області різних виробничих потужностей. Також встановити ефективність сучасних антгельмінтних препаратів, які широко застосовуються в скотарських господарствах у комплексі лікувальних заходів у разі нематодозів великої рогатої худоби.

References

1. V Ukraini pryskorylysia tempy skorochennia poholivia VRH. In *Asotsiatsiia vyrobnykiv moloka*. Retrieved from: <http://avm-ua.org/uk/post/v-ukraini-priskorilisa-tempi-skorocenna-pogoliva-vrh> [In Ukrainian].
2. Mironenko, V. M., Subbotin, A. M., & Subbotina I. A. (2008). Assotsiatsii *Neascaris vitulorum* s eymeriyami i gelmintami zheludochno-kishechnogo trakta krupnogo rogatogo skota, klinicheskoe proyavlenie i patogenez voznikayuschih pri etom assotsiativnyh bolezney. *Uchenye zapiski UO «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» Gosudarstvennaya Akademiya Veterinarnoy Meditsiny»*, 44 (1), 33–36 [In Russian].
3. Buzmakova, R. A. (2010). Patomorfogenez ili morfogenez – osnova vzaimootnosheniy v hozyaino-gelminthnykh sistemah. *Agrarnaya Nauka*, 2, 30–32 [In Russian].
4. Yakubovskiy, M. V., & Olenich, V. P. (2010). Parazitoyi zheludochno-kishechnogo trakta telyat. *Ekologiya i Zhivotnyy Mir*, 2, 14–22 [In Russian].
5. Yakubovskiy, M. V., Schemeleva, N. Y., & Vasilkova, V. P. (2017). Assotsiativnyie nematodozyi zheludochno-kishechnogo trakta telyat i novyye preparaty dlya ih terapii. *Veterinarnyy Zhurnal Belarusi*, 2, 60–65 [In Russian].
6. Omar, H. M., & Barriga, O. O. (1991). Biology and pathophysiology of *Toxocara vitulorum* infections in a rabbit model. *Vet Parasitol.*, 40, 257–266. doi: 10.1016/0304-4017(91)90105-5.
7. Wickramasinghe, S., Yatawara, L., Rajapakse, R.P.V.J., & Agatsuma, T. (2009). *Toxocara vitulorum* (Ascaridida: Nematoda): mitochondrial gene content, arrangement and composition compared with other *Toxocara* spp. *Mol Biochem Parasitol.*, 166, 89–92. doi: 10.1016/j.molbiopara.2009.02.012.
8. Wickramasinghe, S., Yatawara, L., Rajapakse, R.P.V.J., & Agatsuma, T. (2009). *Toxocara canis* and *Toxocara vitulorum*: molecular characterization, discrimination, and phylogenetic analysis based on mitochondrial (ATP synthase subunit 6 and 12S) and nuclear ribosomal (ITS-2 and 28S) genes. *Parasitol Res.*, 104, 1425–1430. doi: 10.1007/s00436-009-1345-9.
9. Laha, R., Das, M., & Goswami, A. (2013). Gastrointestinal parasitic infections in organized cattle farms of Meghalaya. *Veterinary World*, 6 (1), 109. doi: 10.5455/vetworld.2013.109-112.
10. Choubisa, S. L., & Jaroli, V. J. (2012). Gastrointestinal parasitic infection in diverse species of domestic ruminants inhabiting tribal rural areas of southern Rajasthan, India. *Journal of Parasitic Diseases*, 37 (2), 271–275. doi: 10.1007/s12639-012-0178-0.
11. Rahman, H., Pal, P., Bandyopadhyay, S., & Chatlod, L. R. (2012). Epidemiology of gastrointestinal parasitism in cattle in Sikkim. *Indian J. Anim. Sci.*, 82 (2), 355–358.
12. Singh, N. K., Singh, H., Jyoti, Haque, M., & Rath, S. S. (2012). Prevalence of parasitic infections in cattle of Ludhiana district, Punjab. *Journal of Parasitic Diseases*, 36 (2), 256–259. doi: 10.1007/s12639-012-0119-y.
13. Gunajit Das, & Arabinda Phukan (2018). Studies on Prevalence of *Toxocara vitulorum*. Infection in Calves. *International Journal of Science and Research*, 7 (5), 246–249. doi: 10.21275/ART20182163.
14. Lorenz, I., Mee, J. F., Earley, B., & More, S. J. (2011). Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Irish Veterinary Journal*, 64 (1). doi: 10.1186/2046-0481-64-10.
15. Sultan, K., Omar, M., Desouky, A. Y., & El-Seify, M. A. (2013). Molecular and phylogenetic study on *Toxocara vitulorum* from cattle in the mid-Delta of Egypt. *Journal of Parasitic Diseases*, 39 (3), 584–587. doi: 10.1007/s12639-013-0373-7.
16. Kirpanyova, E. A. (2006). Neoaskaridoz i assotsiativnyie nematodozyi zheludochno-kishechnogo trakta krupnogo rogatogo skota. *Candidate's thesis*. RUP «Institut eksperimentalnoy veterinarii im. S. N. Vyishelesskogo». Minsk [In Russian].
17. Aydin, A., Göz, Y., Yüksek, N., & Ayaz, E. (2006). Prevalence of *Toxocara vitulorum* in Hakkari Eastern Region of Turkey. *Bull. Vet Inst. Pulway.*, 50, 51–54.
18. Davila, G., Irsik, M., & Greiner, E. C. (2010). *Toxocara vitulorum* in beef calves in North Central Florida. *Veterinary Parasitology*, 168 (3–4), 261–263. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.11.026.
19. Devi, H. U., Ansari, M. Z., Singh, M. K., & Devi, K. H. B. (2000). Prevalence and epidemiology of *Toxocara vitulorum* in cow and buffalo calves in and around Ranchi, Bihar. *Indian. J. Anim. Sci.*, 70 (8), 817–819.
20. Jones, J. R., Mitchell, E. S. E., Redman, E., & Gilleard, J. S. (2009). *Toxocara vitulorum* infection in a cattle herd in the UK. *Veterinary Record*, 164 (6), 171–172. doi: 10.1136/vr.164.6.171.
21. Nadler, S. A., & Hudspeth, D. S. S. (1998). Ribosomal DNA and Phylogeny of the Ascaridoidea

(Nemata: Secernentea): Implications for Morphological Evolution and Classification. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 10 (2), 221–236. doi: 10.1006/mpev.1998.0514.

22. Dakhno, I. S., Berezovskyi, A. V., Halat, V. F., Aranchii, S. V., Yevstafieva, V. O., Dakhno, H. P., & Prykhodko, Yu. O. (2001). *Atlas helmintiv tvaryn*. Kyiv: Vetinform [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 30.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Нагорна Л. В., Рисований В. І. Поширення неоаскарозу телят в умовах фермерських господарств Сумської області. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 218–223.

© Нагорна Людмила Володимирівна, Рисований Віталій Іванович, 2019



original article | UDC 636.7.09:636.084-021.431:613. |
doi: 10.31210/visnyk2019.04.29

EFFECT OF RATIONS ON THE DEVELOPMENT OF EXCESSIVE BODY WEIGHT OF MEDIUM-BREED DOGS

T. P. Lokes-Krupka,

ORCID ID: [0000-0002-6302-9615](https://orcid.org/0000-0002-6302-9615), E-mail: terra_vet@ukr.net,

T. L. Burda,

ORCID ID: [0000-0002-2262-9040](https://orcid.org/0000-0002-2262-9040),

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

M. I. Tsvilikhovsky,

ORCID ID: [0000-0002-5663-6644](https://orcid.org/0000-0002-5663-6644),

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

According to current research of medical and veterinary scientists and practitioners, primary obesity (nutritional) is usually the result of excessive consumption of easily digestible products (feeds) against the background of malaise. That is why we have studied the influence of different quality rations on the development of excessive body weight. The influence of excessive and unnormed feeding of domestic dogs of medium breed (pug) on rations of various classes on the metabolism of lipids and proteins, as well as morphometric characteristics, was investigated. The experiment was conducted for four months as to the influence of dosage of various classes' rations (natural, industrial rations of super-premium and economy classes) on changes in the animals' appearance (deposition of abdominal fat) and the state of protein and fat metabolism of domestic dog pug breeds. At the beginning of the study, two months and four months later, clinical studies, morphometric calculations, biochemical studies of serum (serum definitions of total protein and fractions, triglycerols, total cholesterol, high, low and very low density lipoprotein) were obtained. During the study we have established deterioration of blood serum values in animals at feeding with fodder of economy class, even normalized. After the second stage of the experiment against the background of hyperproteinemia and increase in dogs body weight by 1.22 times was observed, the state of lipid metabolism deteriorated to a greater extent, compared with the indices after the 1st stage. In the blood serum of dogs, the concentration of triglycerols and LVLG has increased by 1.31 times, total cholesterol and LLD by 1.2 and 1.57 times, respectively. At the end of the second stage of the experiment, as morphometric (body mass increase by 1.14 times), the biochemical parameters of the dogs have also undergone certain changes: the protein content of the blood serum has increased; the level of triglycerides, total cholesterol and LHD has increased by 1.31, 1.23 and 1.23 times, respectively. The possibility of developing alimentary obesity in dogs of the average size breeds, namely the pug was experimentally proved. Dogs have constant access to the feed, regardless of the class and type of rations. The morphometric indices and biochemical characteristics of blood serum of pug breed domestic dogs for excessive fatness are offered. The obtained research results can be used for practicing doctors of veterinary medicine, as well as in educational activities – to promote rational and dosed feeding of animals.

Keywords: irrational feeding, nutritional state, pug, biochemical research, metabolic disorder.

**ВПЛИВ РАЦІОНІВ НА РОЗВИТОК НАДМІРНОЇ МАСИ ТІЛА СОБАК ПОРІД
СЕРЕДНЬОГО РОЗМІРУ**

Т. П. Локес-Крупка, Т. Л. Бурда,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

М. І. Цвіліховський,

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

У статті наведені дані стосовно впливу надмірної та ненормованої годівлі свійських собак породи мопс за умови вживання раціонів різних класів на метаболізм ліпідів і білків, а також на характеристики вгодованості. Вибір породи зумовлено як поширеністю мопсів як домашніх улюбленців у населення України, так і схильністю цих тварин до надмірного споживання корму, а отже до накопичення надмірної маси тіла. Упродовж чотирьох місяців проведений експеримент щодо впливу дозованості раціонів різних класів (натуральний, промислові раціони супер-преміум та економ класів) на зміни зовнішнього вигляду тварин (відкладання абдомінального жиру) та стан метаболізму білків та жирів свійських собак породи мопс. На початку дослідження, через два місяці та через чотири місяці проводили клінічні дослідження, оцінку вгодованості, біохімічні дослідження сироватки крові (визначення в сироватці крові вмісту загального білка та його фракцій, тригліцеролів, холестеролу загального, ліпопротеїдів високої, низької та дуже низької густини), отримані дані обробляли статистично. У результаті надмірної неконтрольованої годівлі в собак зареєстрували наявність гіперпротеїнемії, що проявлялося підвищенням рівня загального білка в сироватці крові усіх 3-х груп тварин у 1,13, 1,16 та 1,12 раза, відповідно. Аналіз протеїнограми показав, що підвищення вмісту загального білка в сироватці крові виникав за рахунок підвищення рівня білків фракції альбумінів у 1,15, 1,28 та 1,14 раза, відповідно. У разі застосування раціону економ класу у вільному доступі на тлі гіперпротеїнемії та зростання маси. У сироватці крові собак достовірно підвищилась концентрація тригліцеролів та ЛПДНГ у 1,31 раза, холестеролу загального та ЛПНГ у 1,26 та 1,57 раза, відповідно. Важливим є відсутність достовірних змін щодо рівня ЛПВГ у сироватці крові собак, що свідчить про відсутність компенсаторного посилення зворотного шляху холестеролу з тканин і стінок судин у печінку. У собак, які утримувалися на раціоні 3 (натуральний), наприкінці I-го етапу експерименту не було встановлено негативних змін морфометричних показників, а також показників обміну білків і ліпідів, як і в разі вживання раціону 1. По закінченню II-го етапу експерименту як морфометричні (зростання маси тіла в 1,14 раза), так і біохімічні показники собак зазнавали певних змін: зростав уміст білків; рівень тригліцеролів, холестеролу загального та ЛПВГ збільшувався в 1,31, 1,23 та 1,23 раза, відповідно. Такі зміни метаболізму в подальшому можуть спричинити розвиток ожиріння та іншої супутньої внутрішньої патології. Одержані результати є важливими для сучасної ветеринарної практики як елемент експериментально-доказової науки, що дозволить вести ефективну просвітницьку діяльність серед населення з профілактики ожиріння в собак.

Ключові слова: нераціональна годівля, вгодованість, мопс, біохімічні дослідження, порушення метаболізму.

**ВЛИЯНИЕ РАЦИОНОВ НА РАЗВИТИЕ ЧРЕЗМЕРНОЙ МАССЫ ТЕЛА СОБАК У ПОРОД
СРЕДНЕГО РАЗМЕРА**

Т. П. Локес-Крупка, Т. Л. Бурда,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Н. И. Цвилюховский,

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

В статье приведены результаты исследований влияния избыточного и ненормативного кормления собак породы мопс рационами различных классов на метаболизм липидов и белков, а также на характеристики упитанности. Выбор этой породы обусловлен как значительной распространенностью мопсов как домашних животных у населения Украины, так и склонностью собак этой породы к чрезмерному потреблению корма, а следовательно к накоплению избыточной массы тела. В течение четырех месяцев был проведен эксперимент по влиянию дозированности рационов различных классов (натуральный, промышленные рационы супер-премиум и эконом классов) на изменения

упитанности, состояние метаболизма белков и жиров собак породы мопс. Полученные результаты важны для современной ветеринарной практики как элемент экспериментально доказательной науки, что позволит вести эффективную просветительскую деятельность среди населения по профилактике ожирения у собак.

Ключевые слова: *нерациональное кормление, упитанность, мопс, биохимические исследования, нарушение метаболизма.*

Introduction

More than 740 million people live in 50 European countries, which are very heterogeneous in terms of size, geography, climate, economy, culture and diet. The prevalence of overweight and obese people and animals is over 60 % in many of these European countries [4, 7, and 12]. Obesity and overweight are among the most common pathological conditions among small domestic animals [2, 3]

Obesity of animals is polyethiological pathology. The main reason for its development is low physical activity, or the so-called “hypodynamia of animals”. Under the conditions of being kept indoors, infrequent and short “walking”, small domestic animals do not spend enough energy received from the feed, which leads to excessive deposition of energy reserves in their body. Obesity and excessive body weight are one of the most common pathological conditions of small domestic animals. [3, 18] These conditions are associated with concomitant diseases such as orthopedic and endocrine disorders, as well as metabolic abnormalities [8, 13], renal dysfunction and breathing dysfunction. [13] In addition to these negative effects for the animal health, the quality of obese dogs and cats’ life is significantly worse, and its duration can be significantly reduced [6, 11].

According to the literature data of special medical and veterinary sources, alimentary obesity is most often the result of excessive consumption of easily digestible feeds against the background of motility insufficiency. [5, 9] Under such conditions, the fats entering the body, as well as carbohydrates, are not completely cleaved, but deposited in the subcutaneous tissue, accumulate around the internal organs (heart, kidneys, gonads, etc.), which in the future may lead to significant diversity of concomitant pathology [13, 17].

Another cause of obesity is the effects of diseases associated with endocrine and central nervous system disorders [15]. According to the results of practitioners and scientists of humane medicine, now obesity is considered an epidemic of a non-infectious nature [7]. This opinion is also reflected among specialists in veterinary medicine, confirming the etiological factors of this disease [13].

Due to excess body weight in domestic dogs it is difficult to differentiate waist, spine and ribs, and a small layer of fatty tissue is palpated in the abdomen, back and thoracic cavity. The boundary between the chest and abdominal cavity is not determined. For obesity it is possible to visually estimate a significantly enlarged stomach, and the spine and edges are palpate almost imperceptible due to the thick fat layer. The back is bent, the limbs are short and thick, there are fatty folds that are not provided by the exterior of the breed. Minimal physical activity causes shortness of breath. During the walk, animals often lie down. Record changes on the part of the sexual system: reduction of sexual desire in dogs; irregular lambs, or lack thereof in females [7, 13].

Often over obesity, there may be problems with the hair, it becomes dull, screwed up, can form wipes. During the walk, animals often lie down. Changes of the sexual system are present: reduction of sexual desire in dogs; irregular lambs, or lack of females [4, 14].

Consequently, *purpose* of the work was to determine the effect of excessive and uncontrolled feeding on the development of excessive body weight of domestic dog of medium size, depending on the class and type of feeding diet.

Materials and methods

The research was conducted on the basis of the clinic of veterinary medicine at the Professor P. I. Lokes chair of therapy of the Poltava State Agrarian Academy during 2017. The object of the research was domestic dog breed pug (n=9) without clinical manifestations of pathology, different sexes. Of these animals, three groups of 3 dogs in each were formed. They were fed one of the variants of the following diets:

- ration 1 – industrial super-premium class;
- ration 2 – industrial economy class;
- ration 3 – a natural diet.

The choice of breed pups was due to the fact that the representatives of this breed are much widespread

and most favorable to the development of obesity. The selection of rations for dogs was carried out in accordance with the recommendations of veterinarian doctors, animal preference and financial capabilities of their owners.

This experiment was conducted in two stages. At the beginning of the study and at the end of each stage, morphometric measurements were monitored [8] and functional indicators of the body of animals were indicated:

Stage I – during the 2 months, the experimental animals were kept on selected rations, which clearly corresponded to the recommendations for doses and multiplicity of feeding.

Stage II – during the 3rd and 4th months, the experimental animals fed the same feed, but in an arbitrary number that was constantly in the feeders.

The importance of the first stage of research was due to the necessity to adhere to the purity of the experiment. Since before the dog was kept on various rations (often on mixed), this made it impossible to make a correct comparison of the results.

The registered animals that arrived at the clinic of veterinary medicine were examined according to the general scheme: anamnesis was collected, habitus, skin condition, visible mucous membranes, thermometry, weighing, morphometric measurements and calculations were performed, and the functional state of organs and systems was investigated [12, 14, 19]. After the 1st and 2nd stages of the experiment, repeated studies were conducted to monitor the condition of the dogs.

After, blood samples were taken from animals in each group for further laboratory studies. We have chosen and described the most informative blood parameters that characterize the state of exchange of lipids and proteins. Based on the fact that almost 80 % of endogenous cholesterol is synthesized in the liver and intestines, and an excessive amount of exogenous cholesterol enters the body of dogs for unbalanced feeding, an important element in the study of the state of the liver and biliary pathways was the determination of the level of cholesterol, as well as its fractions. Amino acids that are absorbed from the intestine enter the liver, where, after deamination, they, depending on the needs, are converted into proteins, carbohydrates or lipids. Deamination is carried out by alpha-ketoacids metabolized for energy needs or used for the synthesis of monosaccharides and fatty acids. The protein exchange status was studied at the level of total protein and albumin in serum. Blood from domestic dogs was taken from the surface of the forearm's vein or from v. saphena (for biochemical studies). Biochemical studies were performed using the Vitros 250 automatic biochemical analyzer from the firm Orto-Clinical Diagnostics Ins. 100 Indigo Greek Drive Poshester New York 14626-5101, USA (Certificate of State Registration No. 4180/2005).

Statistical processing of the data was performed using the STATISTICA 7.0 (Stat Soft, USA) program with the mean arithmetic mean (M), the mean error (m), the confidence interval (CI) calculated by the formula $DI = M \pm m$ (for $p < 0.05$; $p < 0.01$; $p < 0.001$) [1].

Results of the study and their discussion

At the beginning of the experiment, morphometric measurements and calculations and weighing of experimental animals, were performed. The obtained results corresponded to the breeding standards for the selected breed of dogs. The functional state of the internal organs in these animals corresponded to the age and species of animals. Similar results were recorded in biochemical studies of serum, that is, in each dog, all the studied parameters did not go beyond the limits of physiological norms.

According to morphometric studies of domestic dog breed pug after the 1st stage of the experiment, there were no changes in the indices compared with the beginning of the experiment. It means that the dogs that have received rations according to the regime and in normalized quantities. Steel remained the average body mass index, fattening of animals, and the amount of adipose tissue in the body.

At the end of the second stage of the experiment, a significant increase in the body weight of dogs for all rations was registered at 1.17, 1.22 and 1.14 times, respectively. Characteristic was the growth of the volume of the chest, some animals recorded a rounding of the body contours and slight smoothing of the waist. According to the owners, the animals became more lazy, walking was marked by a slight tendency to indifference to the games and faster fatigue.

The highest degree of fatness in dogs that got the ration 2, economy class, it was 3.3 ± 0.33 points. This have indicated the beginning of the development of nutritional obesity in dogs that were on the diet of the economy class in the conditions of constant access to the feeder.

Thus, after the second stage of the experiment, a tendency to accumulation of excessive body weight in

animals in case of all rations was recorded. The worst indicators were recorded in dogs kept on the diet of the economy class.

The results of studies of protein metabolism in pups breed dogs after the first stage of the experiment have indicated that there were no significant changes compared to the beginning of the experiment, regardless of the composition of the diet (table 1). That is, the rations selected correspond to the needs of the dog's organism on the protein component, regardless of the grade of the feed.

As a result of excessive uncontrolled feeding (at the end of the second stage of the experiment), the presence of hyperproteinemia at dogs was recorded, which was manifested by an increase in the level of total protein in the serum of all 3 groups of animals at 1.13, 1.16 and 1.12 times, respectively.

1. Indices of exchange of protein at dogs in experimental groups

Stage of experiment	Index		Ration 1	Ration 2	Ration 3
The start of experiment	Total protein, g/l	M±m	71.3±1.20	69.3±3.48	71.7±3.76
		CI	67.5-75.1	58.23-80.37	59.74-83.66
	Albumin, g/l	M±m	37.7±1.76	35.7±2.40	40.3±2.85
		CI	33.18-42.22	29.53-41.87	32.98-47.62
First stage of experiment	Total protein, g/l	M±m	74.3±0.88	70.7±1.45	74.0±1.53
		CI	71.50-77.10	66.07-75.27	69.13-78.87
	Albumin, g/l	M±m	41.3±0.88	35.3±1.45	43.3±0.88
		CI	39.04-43.56	31.57-39.03	41.04-45.56
Second stage of experiment	Total protein, g/l	M±m	83.7±1.45*	82.0±2.08*	83.0±1.15*
		CI	79.07-88.27	75.40-88.6	79.34-86.66
	Albumin, g/l	M±m	47.3±0.88*	45.3±1.45*	49.3±0.88*
		CI	45.04-49.56	41.57-49.03	47.04-51.56

Note: CI is a confidence interval for * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$ compared to the results after the first stage of the experiment.

Analysis of proteinograms has showed that the increase in the total protein in the blood serum was due to an increase of the albumin fraction of protein at 1.15, 1.28 and 1.14 times, respectively.

Changes in protein metabolism may indicate the liver damage, because most proteins are synthesized in hepatocytes. Such changes may also be the result of a change in feed, because dogs were kept in other rations until the experiment.

Analyzing the composition of the lipidograms (table 2), we have found that in blood serum of dogs that have got a ration 1 of supra-premium class within 2 months according to the recommendations of the manufacturer, there were no significant changes in the content of triglycerols, total cholesterol and lipoproteins of all fractions. Since after the 1st stage of the experiment, the clinical condition and morphometric indices of the animals of this group did not change, it can be considered that the above mentioned diet (in case of following the multiplicity and dosage of feeding) had no negative impact on the general health of animals, as evidenced by the level of indicators exchange of proteins and lipids.

Subsequently, during the second stage of the experiment, the dogs were kept in the same ration, but the feed was kept in feeders constantly. Such a violation of the feeding regime did not affect the general clinical condition of animals, but led to an increase in their body mass in 1.17 times, hyperproteinemia and lipid metabolism disorders. In blood serum of animals a significant increase in 1.32 times the concentration of triglycerols and 1.32 times – LVLD were noted, compared with these indicators after the 1st stage of the experiment.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

2. Indices of exchange of lipid at dogs in experimental groups

Stage of experiment	Index		Ration 1	Ration 2	Ration 3
The start of experiment	Triglycerols, mmol/l	M±m	1.00±0.076	0.96±0.055	0.94±0.107
		CI	0.760-1.240	0.790-1.130	0.600-1.280
	Cholesterol general, mmol/l	M±m	3.07±0.152	3.41±0.227	3.32±0.177
		CI	2.59-3.59	2.69-4.13	2.76-3.88
	LHD (lipoproteins of high density), mmol/l	M±m	1.77±0.088	1.90±0.109	1.81±0.068
		CI	1.49-2.05	1.55-2.25	1.59-2.03
	LLD (lipoproteins of low density), mmol/l	M±m	0.84±0.062	1.07±0.012	1.07±0.085
		CI	0.64-1.04	1.03-1.11	0.80-1.34
	LVLD (lipoproteins of very low density), mmol/l	M±m	0.46±0.035	0.44±0.025	0.43±0.049
		CI	0.35-0.57	0.36-0.52	0.27-0.59
First stage of experiment	Triglycerols, mmol/l	M±m	1.11±0.075	1.33±0.055*	1.07±0.055
		CI	0.870-1.330	1.150-1.490	0.900-1.240
	Cholesterol general, mmol/l	M±m	3.41±0.101	3.73±0.169	3.57±0.136
		CI	3.09-3.73	3.19-4.27	3.14-4.00
	LHD (lipoproteins of high density), mmol/l	M±m	1.97±0.078	1.94±0.071	1.93±0.052
		CI	1.72-2.22	1.71-2.17	1.76-2.10
	LLD (lipoproteins of low density), mmol/l	M±m	0.94±0.054	1.18±0.122	1.14±0.088
		CI	0.77-1.11	0.79-1.57	0.86-1.42
	LVLD (lipoproteins of very low density), mmol/l	M±m	0.51±0.035	0.61±0.025*	0.49±0.034
		CI	0.40-0.61	0.53-0.69	0.40-0.58
Second stage of experiment	Triglycerols, mmol/l	M±m	1.46±0.040*	1.59±0.026*	1.40±0.045*
		CI	1.330-1.590	1.510-1.670	1.285-1.515
	Cholesterol general, mmol/l	M±m	4.05±0.109	4.69±0.052*	4.39±0.126*
		CI	3.70-4.40	4.52-4.86	4.00-4.80
	LHD (lipoproteins of high density), mmol/l	M±m	2.37±0.133	2.11±0.032	2.38±0.041*
		CI	1.95-2.79	2.01-2.21	2.25-2.51
	LLD (lipoproteins of low density), mmol/l	M±m	1.01±0.047	1.85±0.044*	1.37±0.094
		CI	0.86-1.16	1.71-1.99	1.07-1.67
	LVLD (lipoproteins of very low density), mmol/l	M±m	0.67±0.018*	0.73±0.012*	0.64±0.020*
		CI	0.61-0.73	0.69-0.73	0.59-0.69

Note: CI is a confidence interval for * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$ compared to the results after the first stage of the experiment.

After the second stage of the experiment (in case of using of a free-class diet for a free class) on the background of hyperproteinemia and increase in body weight of dogs in 1.22 times, the state of lipid metabolism deteriorated to a greater extent, compared with the indices after the I-th stage. In the blood serum of dogs, the concentration of triglycerols and LVLD in 1.31 times, total cholesterol and LLD in the 1.2 and 1.57 times has increased, respectively. Important was the lack of significant changes in the level of LHD in blood serum of dogs, which was a negative indicator of lipid metabolism, since it indicated a lack of compensatory enhancement of the reverse pathway of cholesterol from tissues and vessel walls in the liver.

Consequently, in blood serum of dogs of the pug breed in case of the using of feed of the economy class (ration 2), the concentration of total cholesterol (due to fractions of LLD, LVLD) and triglycerols has increased, which reduced to increased fat formation, deposition in fat stores, organs and tissues. In the future, this leads to the development of obesity, hepatolipidosis, and others.

In dogs that were kept in ration 3 (natural), at the end of the 1st stage of the experiment, no negative

changes were observed in the morphometric parameters, as well as in the metabolism of proteins and lipids, as well as in ration 1.

At the end of the second stage of the experiment, as morphometric (body mass increase in 1.14 times), the biochemical parameters of the dogs also have undergone certain changes: the protein content of the blood serum has increased; the level of triglycerides, total cholesterol and LHD has increased in 1.31, 1.23 and 1.23 times, respectively. We believe that this dynamics was more positive than for ration 2 (economy class), because for the use of natural feeds, there was an compensatory increase in the content of LHD, that has indicated the adaptive processes in the organism of dogs, aimed at reducing hypercholesterolemia.

Consequently, the results of our research suggest that the rationing of feeding domestic cats and dogs, regardless of whether this food is industrial production, or food "from the table". Prolonged maintenance of animals, even in excess of super-premium feed, can lead to the development of metabolic disorders in the dog's body and lead to the development of excess body weight, and in the future – obesity.

The biggest violations of status were registered in case of using of the industrial fodder of the economy class for feeding dogs, even if the owners of the animals comply with the manufacturer's recommendations regarding the number and multiplicity of feeding. The resulting changes in proteinuria and lipid metabolism showed that in the future, without changing the diet, it can contribute to the development of liver disease and metabolic disorders in general.

An important prognostic criterion for lipid metabolism is the increase of cholesterol, LHD, LLD and LVLD. According to various authors, changes in lipid and lipoprotein contents in dog's blood serum at obesity have a different orientation [6]. Thus, the content of total cholesterol increases at the expense of so-called "atherogenic lipoproteins", and the level of cholesterol and LHD have only a tendency for its growth, but there is no observed decrease in the level of this fraction [9]. In other literary sources, on the contrary, the significant increase of the concentration of LLD cholesterol is noted. Also, the level of LVLD differs, according to some authors, it increased at obesity. Significant differences in the results of the research are likely to be due to significant differences in the composition of the research groups and methods for calculating the proportion of LVLD in the composition of TG. The common feature of the studies is the increase of the level of cholesterol LHD in different degrees. Principal definition of the latter is due to the genetic feature of small animals compared with humans. So, in dogs the content of LHD in serum is much lower. This is an indicator of human predisposition for developing atherosclerosis, unlike dogs, in which this pathology is rarely associated with obesity [15, 20]. For obesity, the diagnostic informative of TG and LVLD (main storages and carriers of lipids in the body) was only 20 %, total cholesterol – 50 %, LLD – 90 %, LHD – 30 %. The indices of LHD did not decrease, but rose at the upper limit of the control group. The rest of the dogs (70 %) did not change their level unlike other internal diseases when there was a significant decrease. It is an indicator of a "reverse circle" violation that ensures the excess of cholesterol from tissues in the liver, where it is converted into bile acids, steroids and vitamin D3. Consequently, according to many researchers, obesity does not significantly disrupt this process, and 30 % of dogs are even activated [10].

An important result of reducing body weight for obesity in small animals is the improvement of the life quality. Detected mixed results in terms of the effect of body weight loss on animal activity. Some authors argue that the activity of obese dogs is lower than that of dogs with perfect fecundity [6], but no improvement in activity in rats that lost weight [9, 16]. Since dog pugs breed are prone to lazy lifestyles, our studies have confirmed drowsiness after the end of the second stage of the experiment, when animals consumed food uncontrolledly. Even playful dogs became more lazy and less active were subjected to the game with the masters.

Thus, the diagnostic information of lipid and metabolic rates makes it possible to use them to diagnose the risk of obesity for middle-breed dogs.

Conclusion

The effect of abnormal excessive feeding on the development of excess body weight in dogs of medium breed, namely pug was experimentally proved. This breed is very common in Ukraine and is prone to the development of nutritional obesity. The compensatory mechanism of lipid exchange for excessive consumption of animal feed was studied. The worst indicators of exchange of lipids and proteins for feeding an industrial-grade diet of the economy class, even at normalized feeding, were established. Such metabolic changes in the future can lead to the development of obesity and other concomitant internal pathology. The obtained results are important for modern veterinary practice as an element of experimental and evidentiary

science, which will allow conducting effective educational activities among the population on the prevention of obesity in dogs.

References

1. Kartashov, M. I., Timoshenko, O. P., Kibkalo, D. V., Borovkov, S. B., Vikulina, H. V., Morozenko, D. V., Vovkotrub, N. V., Pasichnuk, V. A., Ivannicova, S. V., Leontieva, F.S. (2010). *Veterinarna klinichna biochimia*. Charkiv: Espada [In Ukrainian].
2. Lokes-Krupka, T. P. (2018). Klinichna efektyvnist diietetapii u profilaktytsi ozhyrinnia u sviiskoho kota. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4, 147–150. doi: 10.31210/visnyk 2018.04.22 [In Ukrainian].
3. Courcier, E. A., Thomson, R. M., Mellor, D. J., & Yam, P. S. (2010). An epidemiological study of environmental factors associated with canine obesity. *Journal of Small Animal Practice*, 51 (7), 362–367. doi: 10.1111/j.1748-5827.2010.00933.x.
4. Fruh, S. M. (2017). Obesity. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners*, 29, 3–14. doi: 10.1002/2327-6924.12510.
5. Gerlach, G., Herpertz, S., & Loeber, S. (2014). Personality traits and obesity: a systematic review. *Obesity Reviews*, 16 (1), 32–63. doi: 10.1111/obr.12235.
6. German, A. J., Ryan, V. H., German, A. C., Wood, I. S., & Trayhurn, P. (2010). Obesity, its associated disorders and the role of inflammatory adipokines in companion animals. *The Veterinary Journal*, 185 (1), 4–9. doi: 10.1016/j.tvjl.2010.04.004.
7. German, A. J. (2016). Weight management in obese pets: the tailoring concept and how it can improve results. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 58 (S1). doi: 10.1186/s13028-016-0238-z.
8. Ghielmetti, V., Wichert, B., Rüegg, S., Frey, D., Liesegang, A. (2018). Food intake and energy expenditure in growing cats with and without a predisposition to overweight. *J Anim Physiol Anim Nutr* (Berl). 102 (5), 1401–1410. doi: 10.1111/jpn.12928. Epub 2018 Jun 19. doi: 10.1111/jpn.12928
9. Jeusette, I., Greco, D., Aquino, F., Detilleux, J., Peterson, M., Romano, V., & Torre, C. (2010). Effect of breed on body composition and comparison between various methods to estimate body composition in dogs. *Research in Veterinary Science*, 88 (2), 227–232. doi: 10.1016/j.rvsc.2009.07.009.
10. Morrison, R., Reilly, J. J., Penpraze, V., Pendlebury, E., & Yam, P. S. (2014). A 6-month observational study of changes in objectively measured physical activity during weight loss in dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 55 (11), 566–570. doi: 10.1111/jsap.12273.
11. Olszanecka-Glinianowicz, M., Zygmuntowicz, M., Owczarek, A., Elibol, A., & Chudek, J. (2014). The impact of overweight and obesity on health-related quality of life and blood pressure control in hypertensive patients. *Journal of Hypertension*, 32 (2), 397–407. doi: 10.1097/hjh.000000000000046.
12. Pogány, Á., Torda, O., Marinelli, L., Lenkei, R., Junó, V., & Pongrácz, P. (2018). The behaviour of overweight dogs shows similarity with personality traits of overweight humans. *Royal Society Open Science*, 5 (6), 172398. doi: 10.1098/rsos.172398
13. Salt, C., Morris, P.J., Wilson, D., Lund, E. M., & German, A. J. (2019). Association between life span and body condition in neutered client-owned dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33 (1), 89–99. doi: 10.1111/jvim.15367.
14. Tarkosova, D., Story, M., Rand, J., & Svoboda, M. (2016). Feline obesity – prevalence, risk factors, pathogenesis, associated conditions and assessment: a review. *Veterinárni Medicína*, 61 (6), 295–307. doi: 10.17221/145/2015-vetmed.
15. Tvarijonaviciute, A., Ceron, J. J., Holden, S. L., Cuthbertson, D. J., Biourge, V., Morris, P. J., & German, A. J. (2012). Obesity-related metabolic dysfunction in dogs: a comparison with human metabolic syndrome. *BMC Veterinary Research*, 8 (1), 147. doi: 10.1186/1746-6148-8-147.
16. Tvarijonaviciute, A., Ceron, J. J., Holden, S. L., Biourge, V., Morris, P. J., & German, A. J. (2012). Effect of Weight Loss in Obese Dogs on Indicators of Renal Function or Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27 (1), 31–38. doi: 10.1111/jvim.12029.
17. White, G. A., Hobson-West, P., Cobb, K., Craigon, J., Hammond, R., & Millar, K. M. (2011). Canine obesity: is there a difference between veterinarian and owner perception? *Journal of Small Animal Practice*, 52 (12), 622–626. doi: 10.1111/j.1748-5827.2011.01138.x.
18. Witzel, A. (2016). Current Concepts in Preventing and Managing Obesity. *August's Consultations in Feline Internal Medicine*, 7, 612–621. doi: 10.1016/b978-0-323-22652-3.00064-5.

19. Xenoulis, P. G., & Steiner, J. M. (2015). Canine hyperlipidaemia. *Journal of Small Animal Practice*, 56 (10), 595–605. doi: 10.1111/jsap.12396.
20. Zoran, D. L. (2010). Obesity in Dogs and Cats: A Metabolic and Endocrine Disorder. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 40 (2), 221–239. doi: 10.1016/j.cvsm.2009.10.009.

Стаття надійшла до редакції 30.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Локес-Крупка Т. П., Бурда Т. Л., Цвіліховський М. І., Вплив раціонів на розвиток надмірної маси тіла собак порід середнього розміру. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 224–232.

© Локес-Крупка Тереза Петрівна, Бурда Тетяна Леонідівна, Цвіліховський Микола Іванович, 2019



original article | UDC 004.4'2: 631.526.3 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.30

PECULIARITIES OF USING MACHINE LEARNING TOOLS DURING IDENTIFICATION OF SIMILAR PLANT VARIETIES (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* as example)

N. S. Orlenko,

ORCID ID: [0000-0003-4103-7806](https://orcid.org/0000-0003-4103-7806), E-mail: sops@sops.gov.ua,

N. V. Leschuk,

ORCID ID: [0000-0001-6025-3702](https://orcid.org/0000-0001-6025-3702), E-mail: nadiya1511@ukr.net,

N. V. Symonenko,

M. M. Tagantsova,

O. A. Stadnichenko,

Ukrainian Institute of Plant Variety Expert Examination, 15, Henerala Rodymtseva str., Kyiv, 03041, Ukraine

Technological approaches to using Machine Learning tools in the identification of new crop varieties based on the data set of well-known varieties, by using the algorithm of the nearest neighbor were considered on the example of morphological description data of *Lactuca sativa* L. var. *capitata* varieties. The aim of the work is to give an example of Machine Learning method and assess the suitability of its using while processing data on codes of plant varieties' morphological description. To substantiate the suitability of using machine learning in processing the results of examining difference, uniformity and stability, in particular the identification of groups of similar varieties of plants analytical and statistical methods were used. The information technology of using machine learning tools for the formation of a computer model of similar lettuce varieties by applying the IBM SPSS Statistics statistical package has been developed. The results of the experiment with a computer-based training model revealed that the most accurate classification results were obtained by using the sign of the size of lettuce head as the target variable model and the sign of lettuce head density as the focal variable. The study showed the suitability of using the Machine Learning tool to identify groups of similar lettuce varieties by morphological features. The IBM SPSS Statistics package of statistical programs is convenient in using, it provides the researcher with a wide range of tools for experimenting with a botanical taxon variety model, and enables to visualize the obtained modeling results using diagrams that clearly show the results. The main diagram of the model is interactive, allowing the researcher to experiment with the model. This method can be recommended for using in processing qualification expert data for differences, uniformity and stability.

Key words: expertise of difference, uniformity and stability, Crisphead lettuce, statistical methods in breeding, Machine Learning, IBM SPSS Statistics.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ MACHINE LEARNING ПІД ЧАС ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОДІБНИХ СОРТІВ РОСЛИН (на прикладі *Lactuca sativa* L. var. *capitata*)

Н. С. Орленко, Н. В. Лещук, Н. В. Симоненко, М. М. Таганцова, О. А. Стадніченко,

Український інститут експертизи сортів рослин, м. Київ, Україна

Розглянуто технологічні підходи до використання засобів Machine Learning під час ідентифікації нових сортів сільськогосподарських рослин на підставі набору даних загальновідомих сортів, алгоритм найближчого сусіда. Метою цієї роботи є розроблення прикладу застосування методу машинного навчання та оцінювання придатності його використання під час оброблення даних кодів прояву морфологічного опису сортів рослин. Під час дослідження використано й аналітичний та статис-

тичний методи. Дослідження проводилось на прикладі даних морфологічного опису сортів *Lactuca sativa* L. var. *capitata*. Опробована інформаційна технологія використання засобів машинного навчання для формування комп'ютерної моделі подібних сортів салату посівного головчастого з використанням статистичного пакету IBM SPSS Statistics. У результаті експерименту з комп'ютерною моделлю навчання встановлено, що найбільш точні результати класифікації отримано з використанням ознаки розмір головки салату посівного головчастого як цільової змінної моделі та ознаки щільність головки салату посівного як фокусну змінну. Дослідження показало придатність застосування засобу Machine Learning під час ідентифікації груп подібних сортів салату посівного головчастого за морфологічними ознаками. Пакет статистичних програм IBM SPSS Statistics є зручним у користуванні, надає досліднику широкий спектр засобів експериментування з моделлю сортів ботанічного таксону, дає змогу візуалізувати отримані результати моделювання з використанням діаграм, які добре унаочнюють результати моделювання. Головна діаграма моделі є інтерактивною, що дозволяє досліднику експериментувати з моделлю. Цей метод може бути рекомендовано для використання під час оброблення даних кваліфікаційної експертизи на відмінність, однорідність та стабільність.

Ключові слова: експертиза на відмінність, однорідність та стабільність, салат посівний головчастий, статистичні методи в селекції, Machine Learning, IBM SPSS Statistics.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ MACHINE LEARNING ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОХОЖИХ СОРТОВ РАСТЕНИЙ (на примере *Lactuca sativa* L. var. *capitata*)

Н. С. Орленко, Н. В. Лещук, Н. В. Симоненко, М. Н. Таганцова, О. А. Стадниченко,
Украинский институт экспертизы сортов растений, г. Киев, Украина

Рассмотрены технологические подходы к использованию средств Machine Learning при идентификации новых сортов сельскохозяйственных растений на основании набора данных общеизвестных сортов. В ходе исследования использованы аналитический, статистический методы, алгоритм ближайшего соседа. Исследование проводилось на примере данных морфологического описания сортов *Lactuca sativa* L. var. *capitata*. Апробирована информационная технология использования средств машинного обучения для формирования компьютерной модели подобных сортов салата посевного кочанного с использованием статистического пакета IBM SPSS Statistics. В результате эксперимента с компьютерной моделью установлено, что наиболее точные результаты классификации получены с использованием признака размер кочана салата посевного кочанного в качестве целевой переменной модели и признака плотность кочана салата посевного в качестве фокусной переменной. Исследование показало пригодность применения средства Machine Learning при идентификации групп подобных сортов салата посевного головчастого по морфологическим признакам. Пакет статистических программ IBM SPSS Statistics является удобным в пользовании, предоставляет исследователю широкий спектр средств экспериментирования с моделью сортов ботанического таксона, позволяет визуализировать полученные результаты моделирования с использованием диаграмм, которые хорошо демонстрируют результаты моделирования. Главная диаграмма модели является интерактивной, что позволяет исследователю экспериментировать с моделью. Этот метод может быть рекомендован для использования при обработке данных квалификационной экспертизы на отличие, однородность и стабильность.

Ключевые слова: экспертиза на отличие, однородность и стабильность, салат посевной кочанный, статистические методы в селекции, Machine Learning, IBM SPSS Statistics

Вступ

Відомо, що сорт є основною ланкою технології вирощування сільськогосподарських культур. Для точної ідентифікації груп подібних сортів, важливим питанням є правильний обраний математико-статистичний апарат класифікації сортів рослин за морфологічними ознаками. Більшість з опублікованих досліджень, які присвячені ідентифікації подібних сортів сільськогосподарських рослин, висвітлюють питання використання кластерного аналізу під час ідентифікації, як приклад роботи [11–13]. В роботі [15] проводиться аналіз придатних для використання статистичних методів під час оброблення

даних щодо тканин рослин й також проаналізовано метод ієрархічної класифікації. Докладно вплив на результат різних ієрархічних агрегативних методів і метрик, таких як методи: ближнього сусіда, дальнього сусіда, середнього зв'язку, середнього сусіда та метода Варда розглянуто в роботі [8].

Предметом дослідження є інформаційна технологія застосування методу машинного навчання під час ідентифікації подібних сортів рослин в процесі оброблення даних експертизи на відмінність, однорідність та стабільність.

Назву «машинне навчання» (Machine learning) було започатковано 1959 року Артуром Семюелем [21]. Цей метод вже широко використовується у сфері біоінформатики та класифікація послідовностей ДНК.

Об'єктом цього дослідження є дані морфологічного опису сортів ботанічного таксону салату посівного головчастого. Салат посівний (*Lactuca sativa* L.) – найважливіша овочева рослина в групі зеленних. Щорічно селекціонерами створюється велика кількість сортів салату посівного різних типів, що характеризується значними морфологічними відмінностями [4] та включає сім основних груп культурних сортів, що відрізняється фенотипічно [15, 16, 18]. Розведення салату первинно орієнтовано на різні морфологічні особливості та стійкість до коливання температур, стійкість проти хвороби та шкідників [1, 10, 15], тому важливо серед кожної групи салатів ідентифікувати схожі сорти кожної групи. В межах цього дослідження було обрано ботанічний таксон *Lactuca sativa* L. var. *capitata*. Отримана група представлена 38 сортами вітчизняного та іноземного походження (Україна, Нідерланди, Німеччина, Франція, Чеська Республіка у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні) станом на вересень 2019 р. [2].

Особливістю даного дослідження є те, що запропонований метод ідентифікації, який відноситься до групи методів інтелектуального аналізу даних Machine Learning [3] дозволяє використовувати загально відому колекцію сортів, що знаходиться в БД ІАС Українського інституту експертизи сортів рослин в якості підґрунтя для ідентифікації нових сортів.

Аналіз являє собою метод класифікації спостережень, які отримані в результаті експертизи на однорідність, відмінність та стабільність (ВОС) на основі подібності отриманих результатів дослідження морфологічних ознак сортів рослин (спостережень за морфологічними ознаками на різних фенологічних стадіях росту рослин та даним лабораторного аналізу прояву властивостей рослин). Цей метод ще має назву метод машинного навчання [6] і був розроблений в якості способу розпізнавання структури даних, що мають не точну відповідність та складну структуру спостережень. Подібні спостереження – це спостереження, що близькі один до одного, а не схожі спостереження, навпаки, віддалені один від одного. Таким чином, дистанція між двома спостереженнями є критерієм їх відмінності.

Близькими один до одного спостереження називаються «сусіди» [13]. Коли з'являється нове спостереження, воно позначається знаком питання, а потім обчислюється відстань кількісних, якісних та псевдо якісних значень його ознак (у нашому випадку набору морфологічних характеристик сортів рослин) від всіх інших спостережень в моделі ботанічного таксону рослин. Пакет прикладних статистичних програм IBM SPSS Statistics автоматично проводить класифікацію найбільш схожих спостережень і нове спостереження розміщується в категорію, в якій є найбільша кількість спостережень з найближче схожими ознаками [7, 20].

Метою даної роботи є надання прикладу застосування методу машинного навчання та оцінювання придатності його застосування під час оброблення даних кодів прояву морфологічного опису сортів рослин за експертизи на ВОС. Для досягнення цієї мети було поставлено такі завдання: – визначити вплив показників змінних обраних в якості цільової та фокусної під час формування комп'ютерної моделі на результат класифікації сортів рослин салату головчастого; – проаналізувати юзабіліті [18] застосування цього методу в пакеті IBM SPSS Statistics.

Матеріали і методи досліджень

Під час дослідження використано дані результатів випробувань сортів салату посівного головчастого на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС) (tests of a selection achievement for distinctiveness, uniformity and stability) за період 1996–2018 рр., які проводилися Українським інститутом експертизи сортів рослин відповідно до міжнародних вимог і відповідно до Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability TG/13/11 LETTUCE. UPOV Code(s): LACTU_SAT [22] та методики проведення експертизи сортів салату посівного [5].

Оброблення результатів експертизи проводились з використанням методу машинного навчання зі

застосуванням алгоритму найближчих сусідів. Згідно з цим алгоритмом, передбачається, що вже є якась кількість об'єктів з точною класифікацією (у нашому випадку – подібних сортів рослин салату посівного головчастого), і потрібно виробити правило, яке дозволяє віднести новий сорт до одного з можливих класів (набору подібних за морфологічними ознаками сортів рослин).-KNN алгоритм здійснює підбір коефіцієнтів, які визначають міру подібності, для нових сортів салату головчастого, а k – це кількість записів, які будуть вважатися близькими з використанням таких правил:

- $(x,y) \geq 0, d(x,y) = 0$ тоді і лише тоді коли $x = y$;
 1. $d(x,y) = d(y,x)$;
 2. $d(x,z) \leq d(x,y) + d(y,z)$, за умови, що точки x, y, z не лежать на одній прямій.

Де x, y, z – це вектори ознак, об'єктів які порівнюються. Впорядкування значень атрибутів проводиться з використанням відстані Евкліда.

У якості цільової змінної моделі (target optional) обрано ознаку «Головка: розмір», фокусна змінна (focal case identifier) – «Головка: за щільністю», мітка спостережень (case label) – «назва сорту». Перелік показників (features) складають такі ознаки: «Насіння: забарвлення», «Сіянець: антоціанове забарвлення», «Сіянець: сім'ядолі за розміром (за повного розвитку)», «Листок: положення у стадії 10-12 листків», «Листкова пластинка: за розсіченістю краю», «Рослина: діаметр», «Рослина: утворення головки», «Головка: за щільністю», «Головка: розмір», «Листок: за товщиною», «Листок: положення за збиральною стиглості», «Листок: форма», «Листок: форма верхівки», «Листок: інтенсивність забарвлення зовнішніх листків».

Для побудови моделі групи сортів в параметрі «кількість найближчих сусідів (k)» задано визначити три найбільш схожих сортів. В якості альтернативи (forced entry) задано показник «Рослина: діаметр», що дозволяє процедурі IBM SPSS Statistics вибрати оптимальне число сусідів.

Результати досліджень та їх обговорення

У результаті моделювання було сформовано модель подібних сортів *Lactuca sativa* L. var. Capitata, яка включала 30 сортів рослин, які були використані у навчальній вибірці та 12 сортів салату головчастого у контрольній групі. Тобто 71,4 % від загальної кількості сортів, що брали участь у розрахунках, було віднесено до навчальної вибірки, а 28,6 % до контрольної групи. Результатні дані візуалізовано на п'яти діаграмах Моделі найбільшої подібності. Головна діаграма моделі «Predictor Space» (Простір показників) унаочнює оглядове зображення моделі. Діаграма простору показників є інтерактивною. Кожна вісь представляє показник в моделі, а розташування точок на діаграмі показує значення цих показників для спостережень в навчальній і контрольній групах. Ця діаграма демонструє зв'язок між даними навчальної та результатної вибірки що є «найближчими сусідами». Зауважимо, що колом позначено сорти, які входять до складу навчальної вибірки, а трикутником позначені сорти контрольної вибірки. До навчальної вибірки увійшли сорти 'Авірам', 'Амадеус', 'Бакеро', 'Бернардінас', 'Вайдоза', 'Джиска', 'Драгон', 'Імеджінейшн', 'Кірен', 'Кірібаті', 'Кірінія', 'Кісмі', 'Крунчита', 'Міретт', 'Нанетт', 'Нейшн', 'Ноблес', 'Отілі', 'Платінас', 'Рекорд', 'Руксай', 'Сантарінас', 'Фрілліс', 'Паджеро', 'Дивограй', 'Рубетт', 'Гондар', 'Аргентінас', 'Сільвінас' та 'Діамантінас'. Елемент діаграми «Target» засвідчує, яку змінну обрано як цільову.

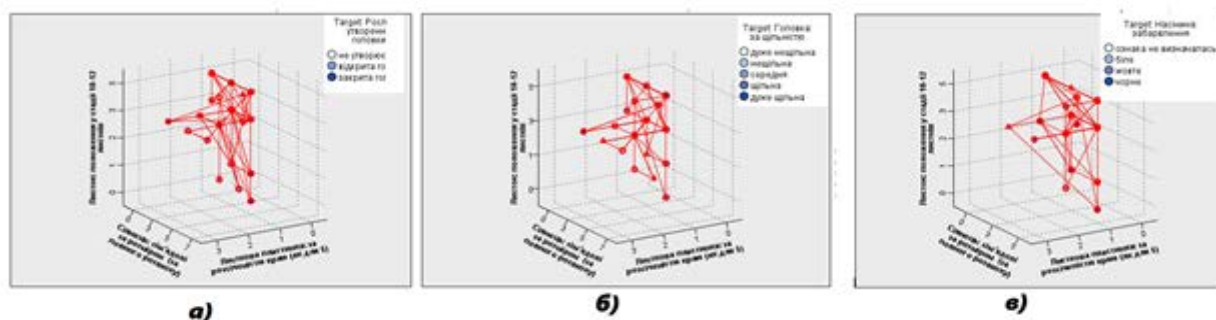


Рис. 1. Фрагменти головних діаграм моделей найбільшої подібності «Predictor Space» (Простір показників)

Експеримент з моделлю схожих сортів рослин показав залежність результату від обраної цільової змінної. Моделювання проводилось з використанням в якості цільових змінних ознак «Рослина: утворення головки» (рис. 1 а), «Головка за щільністю» (рис. 1 б), «Насіннина: забарвлення» (рис. 1 в), «Розмір головки рослини» «Головка: розмір» Встановлено, що найкращі результати групування подібних сортів отримано за використанням в якості цільової змінної ознаки «Головка: розмір». Мітка Build model selected peredicat, засвідчує той факт, що модель була побудована для ідентифікації трьох подібних сортів для кожного сорту салату головчастого.

Колір точки показує значення цільової змінної для даного спостереження. Різними кольорами позначається приналежність до різних категорій категоріальної цільової змінної, а саме фокусних та не фокусних змінних. Більш жирний контур вказує на те, що спостереження є фокусною. Фокусні спостереження показуються з'єднаними з їх k найближчими сусідами. Виміри діаграми «Листкова пластинка: за розсіченістю краю верхівки», «Сіянець: сім'ядолі за розміром (за повного розвитку)» та «Листок: положення за збиральної стиглості (зовнішні листки у головчастого салату або сформовані листки для листового і стеблового салатів)» обрані пакетом прикладних програм автоматично.

На рисунку 2 представлено діаграму важливості параметрів, яка дозволяє сконцентрувати увагу на найбільш важливих ознаках морфологічного прояву сортів салату головчастого під час побудови моделі, та відмітити менш суттєві ознаки.

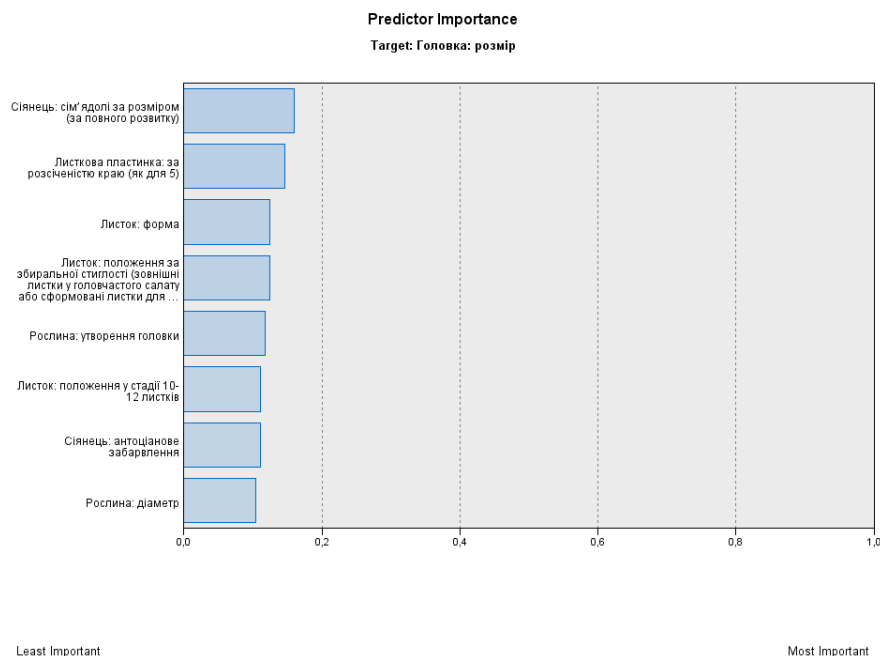


Рис. 2. Діаграму важливості параметрів

Приклад діаграми квадрантів (Peer Chart) наведено на рисунку 3. Ця діаграма унаочнює виведення фокусних спостережень та їх k найближчих сусідів на діаграмі. Діаграма розбита на панелі за показниками.

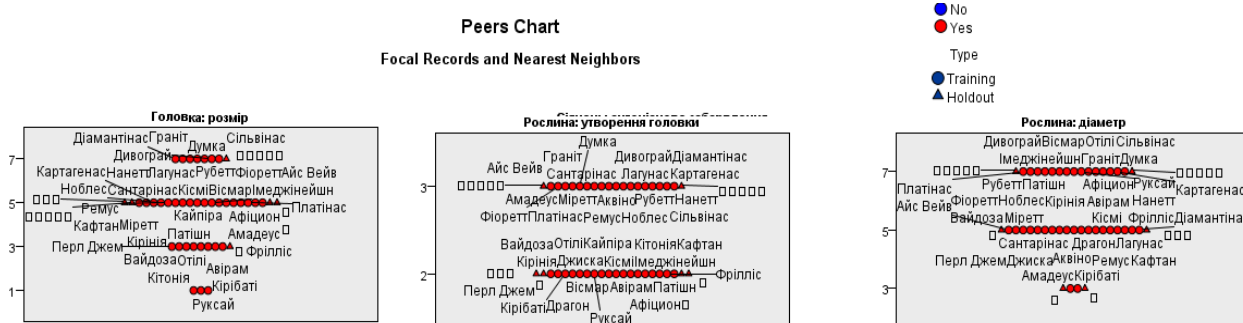


Рис. 3. Фрагменти діаграми квадрантів (Peer Chart) для ознак

Повний перелік груп, виокремлено за тринадцятьма морфологічними ознаками, сортів салату наведено у таблиці. Ця таблиця відображає три найближчих сусідів до фокусного сорту, а також значення відстані до них. Стовпчики таблиці містять назву сорту фокусного спостереження, назви трьох найбільш подібних сортів, а також значення відстаней.

Групування подібних сортів за відстанню до найближчих сусідів (*k* Nearest Neighbor and Distance)

Назва сорту базового (фокусного) сорту	Назва першого подібного сорту	Назва другого подібного сорту	Назва третього подібного сорту	Відстань у порівнянні з 1-им	Відстань у порівнянні з 2-им	Відстань у порівнянні з 3-м
Дивограй	Сільвінас	Діамантінас	Бернардінас	0,525	0,525	0,525
Перл Джем	Амадеус	Куала	Аквіно	0,788	0,987	0,987
Амадеус	Аквіно	Перл Джем	Куала	0,750	0,788	0,987
Картагенас	Лагунас	Міретт	Куала	0	0,275	0,487
Платінас	Картагенас	Лагунас	Міретт	0,564	0,564	0,564
Нанетт	Фіоретт	Міретт	Аргентінас	0	0,462	0,5
Афіціон	Кісмі	Джиска	Бакеро	1,013	1,038	1,186
Куала	Картагенас	Лагунас	Аквіно	0,487	0,487	0,725
Галера	Сільвінас	Діамантінас	Бернардінас	0,288	0,288	0,288
Фрілліс	Авірам	Імеджінейшн	Драгон	0,288	0,288	0,487
Аргентінас	Сільвінас	Діамантінас	Бернардінас	0,199	0,199	0,199
Сільвінас	Діамантінас	Бернардінас	Аргентінас	0	0	0,199
Діамантінас	Сільвінас	Бернардінас	Аргентінас	0	0	0,199
Бернардінас	Сільвінас	Діамантінас	Аргентінас	0	0	0,199
Джиска	Авірам	Міретт	Кісмі	0,674	0,775	0,788
Імеджінейшн	Авірам	Фрілліс	Драгон	0,288	0,288	0,487
Нейшн	Кірінія	Кітонія	Авірам	0,674	0,725	0,763
Руксай	Кітонія	Нейшн	Фрілліс	0,275	1	1,186
Кітонія	Руксай	Нейшн	Фрілліс	0,275	0,725	0,911
Аквіно	Куала	Картагенас	Лагунас	0,725	0,725	0,725
Кісмі	Галера	Аргентінас	Сільвінас	0,775	0,775	0,775
Патішн	Джиска	Авірам	Перл Джем	0,987	1,025	1,115
Кірінія	Нейшн	Авірам	Драгон	0,674	0,75	0,75
Кірібаті	Фрілліс	Кірінія	Авірам	0,775	1	1,064
Кірен	Аквіно	Куала	Кісмі	0,814	0,962	1,064
Авірам	Фрілліс	Імеджінейшн	Драгон	0,288	0,288	0,487
Вайдоза	Кафтан	Айс Вейв	Імеджінейшн	0,212	0,436	0,712
Бакеро	Вайдоза	Платінас	Кафтан	0,75	0,788	0,962
Кафтан	Вайдоза	Айс Вейв	Імеджінейшн	0,212	0,648	0,924
Айс Вейв	Вайдоза	Кафтан	Імеджінейшн	0,436	0,648	0,712
Айс Сікл	Міретт	Аргентінас	Сільвінас	0,962	0,987	0,987
Драгон	Авірам	Фрілліс	Імеджінейшн	0,487	0,487	0,487
Вісмар	Імеджінейшн	Грін мун	Авірам	0,564	0,763	0,852
Грін мун	Драгон	Вісмар	Авірам	0,576	0,763	0,775

Аналіз за діапазонами відстаней даних таблиці свідчить, що у діапазоні відстаней від 0 до 0,5 виокремлено дванадцять груп сортів, які мають три подібні до базового сорти в цьому діапазоні значення коефіцієнти. У діапазоні від 0,5001 до 0,999 виокремлено одинадцять груп сортів, а коефіцієнт більший за одиницю розрахована для трьох груп сортів.

Зауважимо, що нульові коефіцієнти відстаней, які розраховано для сортів 'Аргентінас', 'Бернардінас', 'Діамантінас' та 'Сільвінас' свідчать про те, що ці сорти є подібними за 13 ознаками, які відібрані з 42 ознак визначених методикою проведення експертизи на ВОС. І це засвідчує, що сорти є найбільш подібними сортами, якщо їх порівнювати за тринадцятьма виокремленими зі списку, який складає 42 ознаки, що рекомендовано методикою. Однак, кожний з цих сортів, має хоча б одну відмінну ознаку: сорт 'Аргентінас' має більш щільну головку, сорт 'Бернардінас' має меншу головку за розміром, сорт 'Діамантінас' має менший діаметр рослини, а сорт 'Сільвінас' відрізняється забарвленням зовнішніх листків.

Сорти 'Руксай' та 'Кітонія' є подібними між собою, але мають значну відстань від сортів 'Нейши' та 'Фріліс'.

Висновки

Встановлено, що машинне навчання досить ефективним засобом аналізу даних експертизи на ВОС та значно полегшує пошук закономірностей серед великого набору даних. На прикладі ботанічного таксону салату посівного головчастого виокремлено групи найбільш схожих сортів. За 13-ю морфологічними ознаками виокремлено такі групи сортів найбільш подібних сортів; перша група – 'Сільвінас', 'Діамантінас', 'Бернардінас' та 'Аргентінас', друга група – 'Картагенас', 'Лагунас', 'Міретт' та 'Куала'; третя група – 'Нанетт', 'Фіоретт', 'Міретт' та 'Аргентінас'; четверта група – 'Галера', 'Сільвінас', 'Діамантінас' та 'Бернардінас'. Розмежування вихідних даних на навчальні та контрольні, дозволяє провести «тренування» моделі на наборі даних загально відомих сортів салату. Експериментальним шляхом встановлено, що найбільш адекватна модель груп подібних сортів салату посівного головчастого формується у разі використання ознаки «Головка: розмір» як цільової змінної та ознаки «Головка: за щільністю» як фокусної змінної. Отримані результати свідчать про перспективність використання алгоритму найближчих сусідів під час ідентифікації подібних сортів рослин.

Перспективи подальших досліджень. У базі даних Українського інституту експертизи сортів рослин зберігаються дані щодо 46 303 сортів рослин 661 ботанічного таксону. Дослідження показало придатність використання засобів машинного навчання під час ідентифікації подібних сортів салату посівного головчастого. Використання цього методу поширено під час оброблення результатів експертизи на відмінність, однорідність та стабільність сортів рослин інших ботанічних таксонів.

References

1. Grinko, N. N. (2011). *Vospriimchivost k virusu zheltoj mozaiki kochannyh sortov salata. Zashita i Karentin Rastenij*, 4, 33–34 [In Russian].
2. Derzhavnyi reestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2019 rik. (2019). Retrieved from: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslyn> [In Ukrainian].
3. Leskovets, Yu., Radzharaman, Yu., & Ulman, D. (2016). *Analiz bol'shikh naborov dannykh*. Moscow: DMK [in Russian].
4. Leshchuk, N. V., Kryvytskyi, K. M., Maister, N. V., Bronovytska, M. A. (2010). *Kompleksna otsinka biolohichnoho potentsialu sortovykh resursiv salatu posivnoho (Lactuca sativa L.). Sortovyvchennia ta Okhorona Prav na Sorty Roslyn*, 2, 63–70 [In Ukrainian].
5. Leshchuk, N. V. (Red.). (2014). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy ovochevykh, kartopli ta hrybiv na vidminnist, odnoridnist i stabilnist. Ukrainskyi instytut ekspertyzy sortiv roslyn*. Retrieved from: <https://sops.gov.ua/vos> [In Ukrainian].
6. Marmanis, Kh., & Babenko, D. (2011). *Algoritmy intellektual'nogo Interneta. Peredovye metodiki sbora, analiza i obrabotki dannykh*. Moscow: Simvol [In Russian].
7. Nasledov, A. D. (2013). *IMB SPSS Statistics 20 i AMOS: professional'nyy statisticheskiiy analiz dannykh*. St. Petersburg: Piter [In Russian].
8. Orlenko, N. S., Mazhuha, K. M., Dushar, M. B., & Maslechkin, V. V. (2019). *porivnialnyi analiz iierarkhichnykh metodiv klasterizatsii, prydatnykh dlia obroblennia danykh morfolohichnykh oznak sortiv*

roslyn. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (2), 261–269. doi: 10.31210/visnyk2019.02.35 [In Ukrainian].

9. Osipova, G. S., Kondrat'ev, V. M., & Yakovleva, M. G. (2015). Agrobiological assessment of lettuce and half-lettuce varieties in the autumn turnover of film greenhouses in the Leningrad Region. *Nauchnyy vklad molodykh issledovateley v sokhranenie traditsiy i razvitie APK: sb. Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. molodykh uchenykh i studentov*. St. Petersburg, Russia [In Russian].

10. Tyshchenko, V. M. (2005). Cluster analysis as a method of individual selection of high-yield winter wheat plants in F₂. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 89, 125–137 [In Ukrainian].

11. Tishchenko, V. N., Chekalin, N. M., & Zyukov, M. E. (2004). Using cluster analysis to identify and select highly productive winter wheat genotypes in the early stages of selection. *Fakt. Eksp. Evol. Org.*, 2, 270–278 [In Russian]

12. Tishchenko, V. N. (2004). Effektivnost ispolzovaniya novogo selekcionnogo indeksa v selektsii ozimoy pshenicy. *Fakty Ekspyrymentalnoi Evoliutsii Orhanizmiv* 2, 266–270 [In Russian].

13. Lantz, B. (2013). *Machine Learning with R*. Birmongham-Mumbai: Pack Publishing.

14. Compton, M. E. (1994). Statistical methods suitable for the analysis of plant tissue culture data. *Plant Cell Tiss Organ Cult*, 37 (3), 217–242. doi: 10.1007/BF00042336.

15. Craker, L. E., & Seibert, M. (1982). Light Energy Requirements for Controlled Environment Growth of Lettuce and Radish. *Transactions of the ASAE*, 25 (1), 0214–0216. doi: 10.13031/2013.33506.

16. Dufault, R. J., Ward, B., & Hassell, R. L. (2006). Planting Date and Romaine Lettuce Cultivar Affect Quality and Productivity. *HortScience*, 41 (3), 640–645. doi: 10.21273/hortsci.41.3.640

17. Helm, J. (1954). *Lactuca sativa* L. in morphologisch-systematischer Sicht. *Die Kulturpflanze*, 2 (1), 72–129. doi: 10.1007/BF02095730.

18. Nielsen, J. (1994). Usability inspection methods. *Conference Companion, CHI'940*. Boston: Massachusetts USA.

19. Kalloo, & Krug, H. (1980). Sortendifferenzierung bei Kopfsalat (*Lactuca sativa* var. *capitata*) – Vorläufige Mitteilung. *Die Gartenbauwissenschaft*, 451 (3), 101–103.

20. Levesque R. (2007). *SPSS programming and data management: a guide for SPSS and SAS users: 4th ed*. Chicago Ill: SPSS Inc.

21. Samuel, A. L. (1988). *Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. I. Computer Games I*. New York: Springer. doi: 10.1007/978-1-4613-8716-9_14.

22. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) (TG/13/10 Rev. 2, UPOV). Geneva. Retrieved from: www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg013.pdf.

Стаття надійшла до редакції 08.10.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Орленко Н. С., Лецук Н. В., Симоненко Н. В., Таганцова М. М., Стадніченко О. А. Особливості використання засобів machine learning під час ідентифікації подібних сортів рослин (на прикладі *Lactuca sativa* L. var. *capitata*). *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 233–240.

© Орленко Наталія Станіславівна, Лецук Надія Василівна, Симоненко Наталія Володимирівна, Таганцова Марина Миколаївна, Стадніченко Ольга Анатоліївна, 2019

original article | UDC 629.11 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.31

RESEARCHING THE TOXICITY OF DIESEL ENGINES EXHAUST GASES AT DEACTIVATING PART OF CYLINDERS

V. I. Romaniak,

ORCID ID: [0000-0001-9147-7485](https://orcid.org/0000-0001-9147-7485), E-mail: romanyakvld@gmail.com,

A. O. Kelemesh,

ORCID ID: [0000-0001-9429-8570](https://orcid.org/0000-0001-9429-8570), E-mail: antonkelemesh@gmail.com,

O. V. Gorbenko,

ORCID ID: [0000-0003-2473-0801](https://orcid.org/0000-0003-2473-0801), E-mail: gorben@ukr.net,

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

Actual directions of structural and technological improvement of machine-tractor means are reduction of fuel consumption and exhaust gases toxicity. One of the most effective measures to reduce fuel consumption and impact on the environment is using a complex method of complete and partial deactivation of part of cylinders when operating an internal combustion engine at idle run and low loads. This method is limited to modern vehicles. However, the complexity of developing and applying technical means for its implementation lies in the differences of operation modes of machine-tractor implements, and the specifics of operating conditions. In the given researches, the development of measures of shutting-down fuel supply and drive of gas-distributing mechanism in D-240 of MTZ-80 tractor engines is presented. For carrying out experimental researches the KI-5543 rolling-brake stand with measuring devices, the D-240 diesel engine of the MTZ-80 tractor, the “Infracar D1” smoke gauge and the “InfraLight 11P” gas analyzer were used. During the experimental tests, three characteristic operating modes of the D-240 engine without loading and under loading $N_e = 0...35$ kW were selected: 1) typical mode of all 4 cylinders’ operation; 2) artificial operation mode, which was formed by deactivating the fuel supply in 2 cylinders of the 4-cylinder engine; 3) artificial operation mode, which was formed by deactivating fuel supply in 2 cylinders and the gas distribution mechanism in 2 cylinders of the 4-cylinder engine. It has been established that shutting down a part of the diesel engine cylinders leads to a decrease in fuel consumption by 25–27 %, on the average, soot and smoke content of the exhaust gases – by 30–35 %, depending on the engine operation mode. The dependences of hour fuel consumption, air flow rate, excess air ratio, soot and smoke content of the four-cylinder diesel engine when deactivating part of its cylinders under different loading modes are given.

Key words: engine, toxicity, environmental friendliness, soot content, smoke content, exhaust gases, excess air ratio, cylinder deactivation.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ПРИ ДЕАКТИВАЦІЇ ЧАСТИНИ ЦИЛІНДРІВ

В. І. Романяк, А. О. Келемеш, О. В. Горбенко,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Актуальними напрямками конструктивного й технологічного удосконалення машинотракторних засобів є зниження витрати палива і токсичності відпрацьованих газів. Одним з найбільш ефективних заходів зі зниження витрати палива і впливу на екологію є використання комплексного методу повної і часткової деактивації частини циліндрів при експлуатації двигуна внутрішнього згоряння на холостому ході й малих навантаженнях. Цей спосіб обмежено застосовується на сучасних транспортних засобах. Однак складність розробки і застосування технічних засобів для його реалізації

полягає у відмінностях режимів роботи машинотракторних засобів, специфіки умов експлуатації. У наведених дослідженнях представлена розробка заходів відключення подачі палива і приводу газорозподільчого механізму двигуна Д-240 трактора МТЗ-80. Для проведення експериментальних досліджень використовували обкатно-гальмівний стенд КИ-5543 з вимірювальними приладами, дизельний двигун Д-240 трактора МТЗ-80, димомір «Інфракар ДІ» і газоаналізатор «Інфралайт ІІР». Для експериментальних випробувань були обрані три характерних режими роботи двигуна Д-240 без навантаження й під навантаженням $N_e = 0 \dots 35$ кВт: 1) типовий режим роботи всіх 4 циліндрів; 2) штучний режим роботи, що формується за допомогою деактивації подачі палива в 2 циліндрах 4-циліндрового двигуна; 3) штучний режим роботи, що формується за допомогою деактивації подачі палива в 2 циліндрах і газорозподільного механізму в 2 циліндрах 4-циліндрового двигуна. Встановлено, що відключення частини циліндрів дизельного двигуна призводить до зниження витрати палива в середньому на 25–27 %, вмісту сажі і димності відпрацьованих газів на 30–35 %, залежно від режиму роботи двигуна. Наведено залежності годинної витрати палива, витрати повітря, коефіцієнта надлишку повітря, сажовмісту й димності відпрацьованих газів чотирициліндрового дизельного двигуна при деактивації частини його циліндрів на різних режимах навантаження.

Ключові слова: двигун, токсичність, екологічність, сажовміст, димність, відпрацьовані гази, коефіцієнт надлишку повітря, деактивація циліндрів.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ДЕАКТИВАЦИИ ЧАСТИ ЦИЛИНДРОВ

В. И. Романяк, А. А. Келемеш, А. В. Горбенко,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Одним из наиболее эффективных способов по снижению расхода топлива и воздействия на экологию является использование комплексного метода полной и частичной деактивации части цилиндров при эксплуатации двигателя внутреннего сгорания на холостом ходу и малых нагрузках. В приведенных исследованиях представлена разработка мероприятий отключения подачи топлива и привода газораспределительного механизма двигателя Д-240 трактора МТЗ-80. При экспериментальных испытаниях были выбраны три характерных режима работы двигателя Д-240 без нагрузки и под малой нагрузкой. Установлено, что отключение части цилиндров дизельного двигателя приводит к снижению расхода топлива в среднем на 25–27 %, содержания сажи и дымности отработанных газов на 30–35 % в зависимости от режима работы двигателя. Приведены зависимости часового расхода топлива, расхода воздуха, коэффициента избытка воздуха, содержания сажи и дымности отработанных газов четырехцилиндрового дизельного двигателя при деактивации части его цилиндров на различных режимах нагрузки.

Ключевые слова: двигатель, токсичность, экологичность, содержание сажи, дымность, отработанные газы, коэффициент избытка воздуха, отключение цилиндров.

Вступ

Основною рушійною силою агропромислового комплексу є дизельний двигун внутрішнього згорання. Останнім часом принципово змінилися системи дизеля, насамперед, це системи керування та паливоподачі [1–3]. Паливна система Common rail дає змогу суттєво знизити витрату палива через оптимальне дозування порції впорскуваного пального [4–6]. Комплексне застосування системи керування двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) дозволяє забезпечити раціональність вибору режимів автотракторних засобів, істотно збільшити швидкодію виконавчих елементів, покращити паливну економічність, знизити викиди відпрацьованих газів (ВГ) [7–9]. Особливу роль відіграє удосконалення елементів випускного тракту ДВЗ, зокрема кисневих датчиків, каталітичних нейтралізаторів, проти сажових фільтруючих елементів відпрацьованих газів [10]. Метою всіх зазначених заходів є збільшення потужності ДВЗ при зниженні витрати палива та зменшення викидів відпрацьованих газів у атмосферу [11–13].

В Україні до 75 % автотракторних засобів не досягають навіть норми Євро-2. При цьому, що на сьогодні в розвинутих країнах світу діють норми Євро-6. Зважаючи на це, високий знос машинно-

тракторного парку особливо актуальним є проведення заходів зі зниження токсичності та підвищення паливної економічності двигунів з низькими нормами екологічності Євро [2, 4].

Одним з таких рішень є застосування комплексного методу повної або часткової деактивації частини циліндрів при експлуатації ДВЗ на холостому ході та малих навантаженнях [9, 14, 15]. Представлений метод широко відомий та застосовується такими фірмами як Volkswagen AG, Cummins, Deutz AG, Iveco, Volvo, Scania та ін. Проте складність застосування цього методу полягає в особливостях режимів роботи автотракторних засобів [16–18].

Тому метою дослідження є винайдення можливостей знизити токсичність відпрацьованих газів та підвищення паливної економічності дизельного двигуна Д-240 трактора МТЗ-80 (як найбільш розповсюдженого в агропромисловому комплексі) шляхом деактивації частини його циліндрів.

Розробка заходів зі зниження токсичності двигуна передбачає розв'язання таких завдань:

1. Дослідити взаємозв'язок основних експлуатаційних показників двигуна Д-240 з умістом токсичності у відпрацьованих газах при по цикловому та повному відключенні частини його циліндрів.
2. Дослідити взаємозв'язок паливно-економічних показників двигуна Д-240 з показниками токсичності при по цикловому та повному відключенні частини циліндрів.

Матеріали і методи досліджень

Процес роботи дизельного ДВЗ супроводжується виділенням великої кількості токсичних компонентів [5–19]. На практиці діагностування застосовують комплексний метод контролю токсичності відпрацьованих газів – вимірювання димності та визначення вмісту сажі [20].

Розрахунок ґрунтується на основі дослідження взаємозв'язку трьох складників: 1) коефіцієнту надлишку повітря α ; 2) коефіцієнту, що враховує конструктивні відмінності двигуна $b_{\text{двиг}}$; 3) сажовміст при суттєвій варіації режиму роботи двигуна D . Зокрема конструктивне виконання елементів та систем двигуна Д-240 має суттєвий вплив на вміст сажі. Варто вказати граничні умови: 1) розрахунок базується на технічно справному об'єкті; 2) температура відпрацьованих газів при забезпеченні заданого теплового режиму стабільна та ступінь її мінливості несуттєвий до 5 %.

Розрахунок був виконаний у програмному продукті Mathcad та розповсюджений на різні марки дизельних двигунів при уточненні емпіричного коефіцієнту a . Для розв'язання поставлених завдань вибрані два характерних режими роботи двигуна: 1) типовий режим роботи усіх 4 циліндрів; 2) штучний режим роботи, що формується шляхом відключення подачі палива в 2 циліндрах 4-циліндрового двигуна. В результаті теоретичного розрахунку для двигуна Д-240 трактора МТЗ-80 отримали залежності: вмісту сажі (D), димності ВГ (K) та коефіцієнту надлишку повітря (α) від частоти обертання колінчастого валу (n), представлені на рис. 1 та 2.

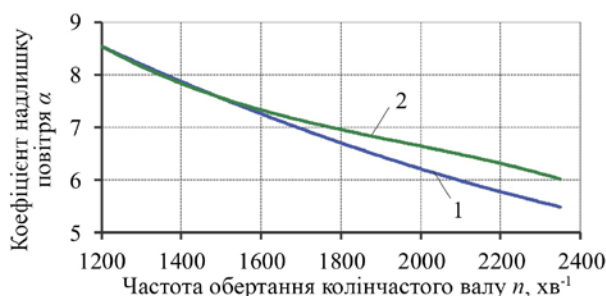


Рис. 1. Теоретична залежність коефіцієнту надлишку повітря від частоти обертання колінчастого валу двигуна Д-240 трактора МТЗ-80: 1 – вхідний двигун; 2 – відключена подача палива в 2-х циліндрах

Аналіз графіків на рис. 1 свідчить, що при типовому режимі роботи усіх 4 циліндрів залежність визначається лінією 1. При штучному режимі роботи при відключенні подачі палива в 2 циліндрах 4-циліндрового двигуна Д-240 залежність, починаючи з точки 1600 хв⁻¹, піднімається вище і в межах 2000–2400 хв⁻¹ перевищує типовий режим на 10–12 %. Цей ріст коефіцієнту надлишку повітря на рис. 2 пояснюється покращенням умов процесу згорання палива в камері згорання працюючих циліндрів, а також зменшенням годинної витрати пального при практично незмінній витраті повітря.

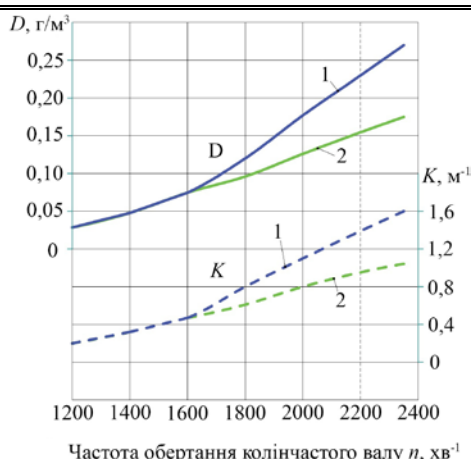


Рис. 2. Теоретична залежність вмісту сажі та димності відпрацьованих газів від частоти обертання колінчастого валу двигуна Д-240 трактора МТЗ-80: 1 – вхідний двигун; 2 – відключена подача палива в 2-х циліндрах

Аналіз графіків на рис. 2 при порівнянні типового режиму роботи ДВЗ та штучного демонструє зниження вмісту сажі. Зона зниження розпочинається з 1600 хв^{-1} та продовжується до 2400 хв^{-1} . При частоті обертання колінчастого валу 1800 хв^{-1} сажовміст зменшується на 10 %, а при 2200 хв^{-1} уже досягає 36 %. Аналогічний вигляд має залежність димності від частоти обертання колінчастого валу ДВЗ. Зниження при 2200 хв^{-1} складає близько 30 %. Отже, представлені теоретичні дослідження доводять ефективність методу відключення циліндрів у межах $1600\text{--}2400 \text{ хв}^{-1}$.

Для проведення експериментальних досліджень застосовували гальмівний стенд КИ-5543 з вимірювальними приладами. На експериментальному стенді встановлений двигун Д-240 трактора МТЗ-80. Експериментальний стенд дає змогу проводити дослідження в широкому діапазоні навантажень $0\text{--}370 \text{ Нм}$ та швидкісних режимів $1100\text{--}2800 \text{ хв}^{-1}$. Окрім того, в паливній магістралі системи живлення двигуна

Д-240 були встановлені електромагнітні клапани процесу керування відсіканням пального.

Для проведення експериментальних досліджень окрім вимірювальних стендових приладів застосовували: димомір «Інфракар Д1» та газоаналізатор «Інфралайт 11Р», що пройшли необхідну перевірку перед початком випробувань. Димоміром контролювали параметри димності при забезпеченні широкого діапазону швидкостей колінчастого валу двигуна $1100\text{--}2400 \text{ хв}^{-1}$. За відомою методикою проводили перерахунок в одиниці сажовмісту [1]. За допомогою газоаналізатора проводили вимірювання вмісту оксидів азоту (NO_x), вуглеводнів (CH), коефіцієнту надлишку повітря в робочому діапазоні швидкостей колінчастого валу двигуна $1100\text{--}2400 \text{ хв}^{-1}$.

Результати досліджень та їх обговорення

При стендових експериментальних дослідженнях на двигуні Д-240 без навантаженні отримані:

1) залежності годинної витрати палива G_e (кг/год.) та димності K (м^{-1}), відпрацьованих газів дизельного ДВЗ Д-240 від частоти обертання колінчастого валу n (хв^{-1}) (рис. 3);

2) залежності витрати повітря G_n (кг/год.) та коефіцієнту надлишку повітря α дизеля від частоти обертання колінчастого валу n (хв^{-1}) (рис. 4).

При експериментальній роботі вибрані три характерні режими роботи двигуна Д-240: 1) типовий режим роботи усіх 4 циліндрів; 2) штучний режим роботи при відключенні подачі палива в 2 циліндрах; 3) штучний режим роботи при відключенні подачі палива та газорозподільного механізму (ГРМ) в 2 циліндрах 4-циліндрового двигуна.

При аналізі експериментальних даних на рис. 3 для 2 і 3 режимів випробувань димність зменшилася. Причому зменшення склало більше 30 %. Це пояснюється кращими умовами згоряння паливно-повітряної суміші, зниженням нерівномірності циклової подачі палива та збільшенням коефіцієнту надлишку повітря. Причому ефект зниження димності проявляється з 1400 хв^{-1} . Зменшення годинної витрати палива для 1 і 2 режимів випробувань склало $0,2\text{--}0,3 \text{ кг/год.}$ при $n = 2200 \text{ хв}^{-1}$. Відключення приводу ГРМ для режиму 3 випробувань дозволило зекономити $0,7\text{--}0,8 \text{ кг/год.}$ витраченого на роботу

палива.

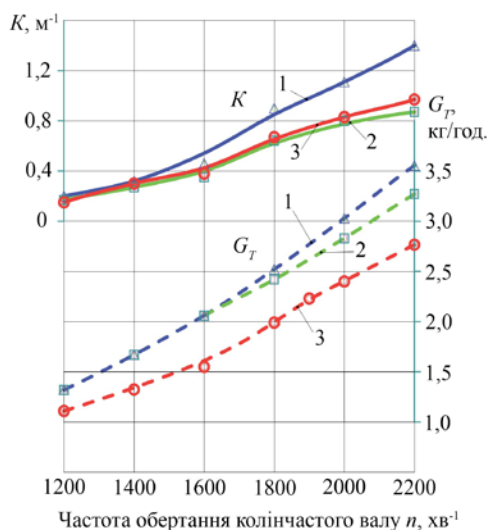


Рис. 3. Залежності годинної витрати палива G_p , кг/год. та димності K , м^{-1} відпрацьованих газів дизельного ДВЗ від частоти обертання колінчастого валу n , хв^{-1} : 1 – вихідний двигун; 2 – відключена подача палива 2 і 3 циліндрів; 3 – відключене пальне та ГРМ 2 і 3 циліндрів

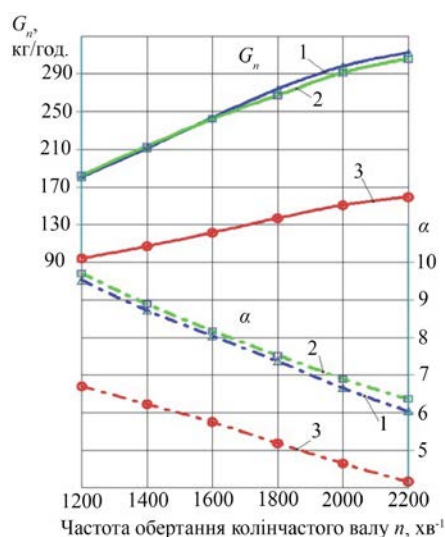


Рис. 4. Залежності витрати повітря G_n , кг/год. та коефіцієнту надлишку повітря α дизельного ДВЗ від частоти обертання колінчастого валу n , хв^{-1} : 1 – вихідний двигун; 2 – відключена подача палива 2 і 3 циліндрів; 3 – відключене пальне та ГРМ 2 і 3 циліндрів

Аналіз даних рис. 4 свідчить незначне зменшення витрати повітря G_n між першим і другим режимами випробувань. А для третього режиму спостерігається різке зниження витрати повітря, оскільки клапани двох циліндрів фактично закриті і впуск повітря не відбувається. При цьому усуваються зайві витрати енергії на всмоктування повітря, його стискування та тертя по стінках циліндрів. Коефіцієнт надлишку повітря, як видно у третьому варіанті випробувань рис. 4, значно знизився по всьому діапазоні частот обертання колінчастого валу двигуна через суттєве зменшення надходження повітря при відключенні приводів ГРМ двох циліндрів. При цьому пального, що поступає у два робочих циліндри, потрібно більше (збільшується циклова подача) при зменшенні нерівномірності циклової подачі у два робочих циліндри. Спостерігається покращення умов процесу згоряння.

На другому етапі експериментальних досліджень була поставлена основна задача, яка полягає у виявленні взаємозв'язку параметрів токсичності дизельного ДВЗ зі ступенем відключення циліндрів під навантаженням. У результаті проведення досліджень на випробувальному стенді отримані результати (під навантаженням $N_e = 0 \dots 35$ кВт): 1) залежності димності відпрацьованих газів та годин-

ної витрати палива від ефективної потужності двигуна при $n=2200 \text{ хв}^{-1}$ (рис. 5); 2) залежності витрати повітря та коефіцієнту надлишку повітря від ефективної потужності двигуна при $n=2200 \text{ хв}^{-1}$ (рис. 6). Експериментальні дослідження при більших N_e не дають результатів економії палива та зниження токсичності вихлопних газів.

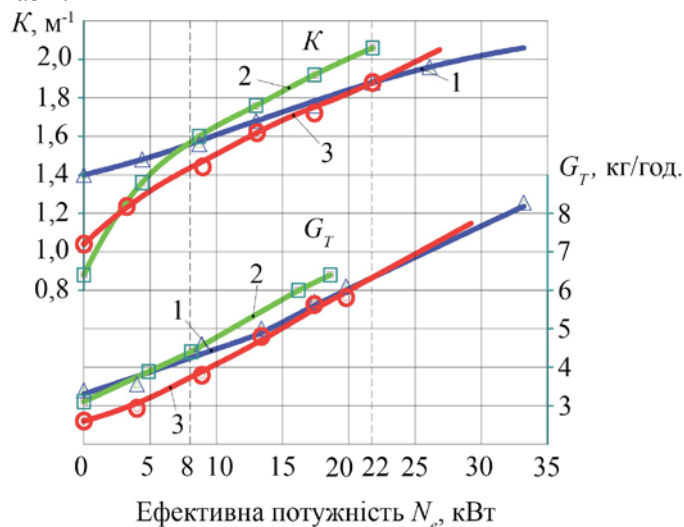


Рис. 5. Залежності димності відпрацьованих газів $K, \text{ м}^3$ та годинної витрати палива $G_T, \text{ кг/год.}$ від ефективної потужності двигуна $N_e, \text{ кВт}$ при $n = 2200 \text{ хв}^{-1}$: 1 – вихідний двигун; 2 – відключена подача палива 2 і 3 циліндрів; 3 – відключене паливо і ГРМ 2 та 3 циліндрів

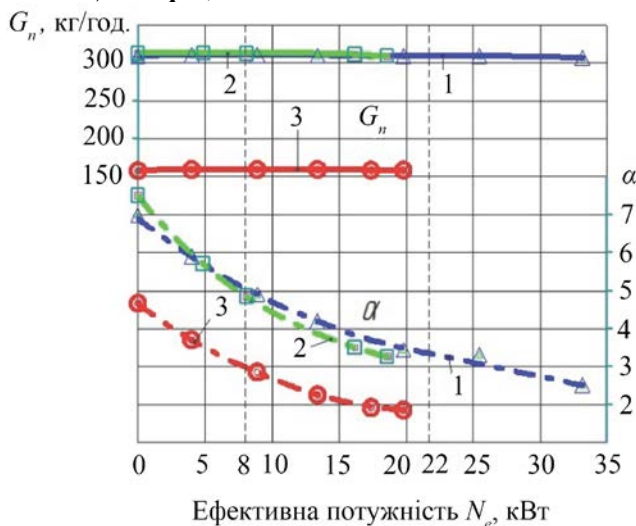


Рис. 6. Залежності витрати повітря $G_n, \text{ кг/год.}$ та коефіцієнту надлишку повітря α від ефективної потужності двигуна $N_e, \text{ кВт}$ при $n = 2200 \text{ хв}^{-1}$: 1 – вихідний двигун; 2 – відключена подача палива 2 і 3 циліндрів; 3 – відключене паливо і ГРМ 2 та 3 циліндрів

Проведемо аналіз результатів експериментальних досліджень на рис. 5, 6. При відключенні паливоподачі у двох циліндрах ефект зниження витрати палива продовжується в межах зміни навантаження $N_e = 0 \dots 8 \text{ кВт}$ (див. рис. 5). Подальше навантаження більше 8 кВт призводить до протилежного результату – витрата палива збільшується. Проте при третьому варіанті роботи ДВЗ ефект зниження витрати палива продовжується в більш широкому діапазоні зміни навантаження $N_e = 0 \dots 22 \text{ кВт}$. Хоча в межах $N_e = 15 \dots 22 \text{ кВт}$ – прямує до нуля. Суттєвого зниження димності відпрацьованих газів при відключенні паливоподачі на другому варіанті роботи ДВЗ, як показує аналіз рис. 6, можна досягти у вузькому діапазоні навантажень $N_e = 0 \dots 8 \text{ кВт}$ – $0,87 \dots 1,55 \text{ м}^3$. Збільшення навантаження призводить до суттєвого збільшення димності і ефект відключення палива нівелюється. При третьому варіанті роботи ДВЗ зниження димності продовжується в більш широкому діапазоні $N_e = 0 \dots 22 \text{ кВт}$.

Аналіз даних на рис. 6 свідчить про суттєве зниження витрати повітря G_n та коефіцієнту надлишку

повітря α від ефективної потужності двигуна N_e при третьому варіанті роботи ДВЗ. Це пояснюється відсутністю насосної дії двох циліндрів. З екологічної точки зору достатньо вигідне та ефективне зменшення кількості поданого повітря в діапазоні $N_e = 0 \dots 22$ кВт з 300 до 150 кг/год. Різниця витрати повітря 150 кг/год. не надійде в циліндр та не забрудниться відпрацьованими газами.

Проведемо зіставлення експериментальних даних з теоретичними (рис. 7 та 8).

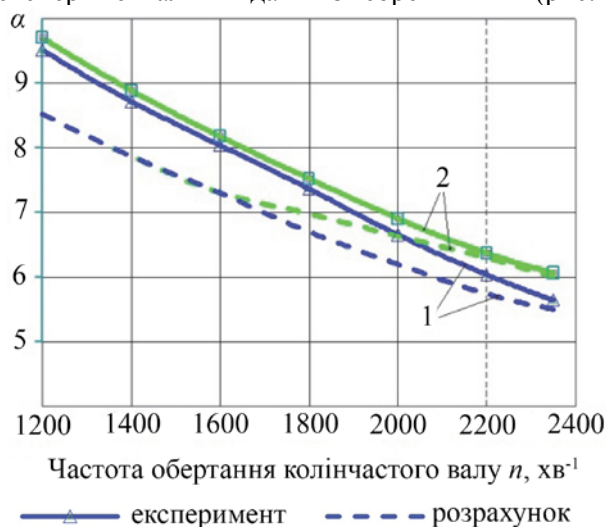


Рис. 7. Залежності коефіцієнту надлишку повітря α від частоти обертання колінчастого вала двигуна n , хв^{-1} : 1 – вихідний двигун; 2 – відключена подача пального в половині циліндрів

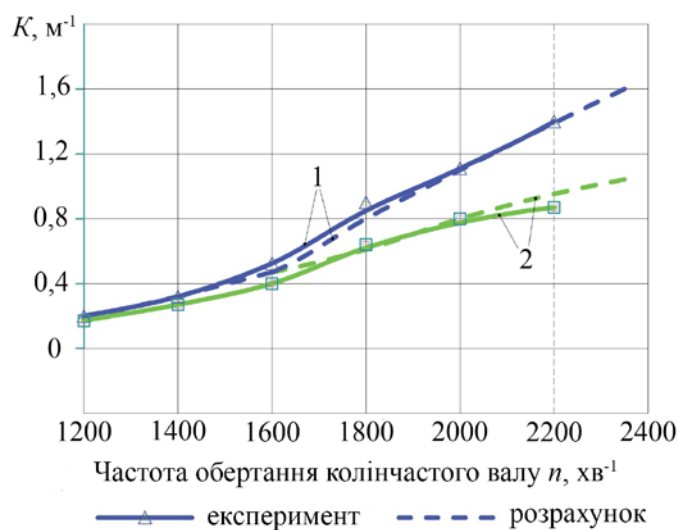


Рис. 8. Залежності димності K , м^{-1} від частоти обертання колінчастого вала двигуна n , хв^{-1} : 1 – вихідний двигун; 2 – відключена подача пального в половині циліндрів

При порівняльній оцінці були обрані два характерні режими роботи двигуна Д-240: 1) типовий режим роботи всіх 4 циліндрів; 2) штучний режим роботи, що формується за допомогою відключення подачі палива у 2 циліндрах 4-циліндрового двигуна.

Аналіз залежності (див. рис. 7) коефіцієнта надлишку повітря α від частоти обертання колінчастого вала вказує на достатню подібність результатів. У діапазоні зміни частоти обертання колінчастого вала двигуна 1200–1800 хв^{-1} спостерігається найбільша розбіжність, яка не перевищує 7 %. Порівняння даних на рис. 8 показує на розбіжність теоретичних і експериментальних даних у межах 1 %.

На практиці експлуатації автотракторної техніки роботи спрямовані на раціональний вибір вантажопідйомності автомобілів, тягового класу тракторів, не призводять до бажаного ефективного завантаження двигуна. В результаті при роботі на холостому ходу і малих навантаженнях не забезпечується задана економічність. Крім того, показники токсичності перевищують допустимий поріг на

10–30 %. Необхідні заходи щодо зниження токсичності та підвищення паливної економічності двигунів з низькими нормами Євро. Одним з найбільш ефективних заходів є використання комплексного методу повного й часткового відключення частини циліндрів при експлуатації ДВЗ на холостому ходу й малих навантаженнях. Індивідуальна розробка заходів відключення подачі палива і приводу ГРМ конкретно під кожну машину, зважаючи на особливості режимів роботи автотракторних засобів і специфіки їх умов, є актуальним завданням.

Висновки

1. Розроблено метод підвищення паливної економічності і зменшення викидів токсичних компонентів шляхом деактивації частини циліндрів двигуна (відключення подачі палива і приводу клапанів ГРМ).

Для проведення експериментальних досліджень були обрані: 1) обкатно-гальмівний стенд КИ-5543 з вимірювальними приладами; 2) дизельний двигун Д-240 трактора МТЗ-80; 3) димомір «Інфракар Д1» і газоаналізатор «Інфралайт 11Р».

2. При експериментальних випробуваннях були обрані три характерні режими роботи двигуна Д-240 без навантаження і під навантаженням $N_e = 0...35$ кВт: 1) типовий режим роботи усіх 4 циліндрів; 2) штучний режим роботи, що формується за допомогою деактивації подачі палива у 2 циліндрах 4-циліндрового двигуна; 3) штучний режим роботи, що формується за допомогою деактивації подачі палива у 2 циліндрах і ГРМ у 2 циліндрах 4-циліндрового двигуна.

У результаті експериментальних досліджень встановлено зниження димності ВГ дизельного двигуна Д-240 трактора МТЗ-80 на номінальній частоті обертання колінчастого вала:

- при відключенні подачі палива у 2-й і 3-й циліндри на 38 %;
- при одночасному відключенні палива і приводів ГРМ 2-го, 3-го циліндрів на 30 %.

3. У разі відключення подачі палива у двох циліндрах ефект зниження витрати палива триває в межах зміни навантаження $N_e = 0...8$ кВт. Подальше підвищення навантаження більше 8 кВт призводить до протилежного результату – витрата палива збільшується. При відключенні ГРМ ефект зниження витрати палива триває в більш широкому діапазоні зміни навантаження $N_e = 0...22$ кВт. Суттєвого зниження димності відпрацьованих газів при відключенні подачі палива на другому варіанті роботи ДВЗ можна досягти у вузькому діапазоні навантаження $N_e = 0...8$ кВт – $0,87\text{--}1,55$ м⁻¹. Подальше навантаження призводить до істотного збільшення димності і ефект відключення палива нівелюється. При третьому варіанті роботи ДВС зниження димності триває в більш широкому діапазоні $N_e = 0...22$ кВт.

4. Зіставлення експериментальних даних з теоретичними показує, що в діапазоні зміни частоти обертання колінчастого вала двигуна $1200\text{--}1800$ хв⁻¹ спостерігається найбільша розбіжність, яка не перевищує 7 %. Порівняння даних на рис. 8 показує розбіжність теоретичних і експериментальних даних у межах 1 %.

Перспективи подальших досліджень. Теоретичні та експериментальні дослідження, наведені в цій розвідці, запропоновані для дизельного двигуна трактора Д-240. Проте при уточненнях в експериментальних умовах можуть бути задіяні на будь-які дизельні і бензинові двигуни, а також перспективні нові моделі, що експлуатуються при недозавантаженнях.

References

1. Cames, M., & Helmers, E. (2013). Critical evaluation of the european diesel car boom – global comparison, environmental effects and various national strategies. *Environmental Sciences Europe*, 25 (1), 115–134. doi: 10.1186/2190-4715-25-15.
2. Beshun, O. A. (2015). Deaktyvatsiia tsylindriv u dvyhunakh: istoriia rozvytku, problemy ta perspektyvy zastosuvannia. *Pratsi Tavriiskoho Derzhavnoho Ahrotekhnolohichnoho Universytetu. Tekhnichni Nauky*, 15 (3), 310–318 [In Ukrainian].
3. Vinodh, B. (2005). Technology for Cylinder Deactivation. *SAE Technical Paper Series*. doi: 10.4271/2005-01-0077.
4. Firing only the cylinders you need: web publication. *Delphi Technologies*, Retrived from: <https://www.delphi.com>.

5. Chernetsov, D. A., & Kapustyn, V. P. (2010). Sposoby neitralyzatsyy otrabotavshykh hazov v vypusknoi sisteme dyzelnykh dvigatelei. *Voprosy Sovremennoi Nauky i Praktiky*. 10–12 (31), 71–74 [In Russian].
6. Hu, M., Chang, S., Xu, Y., & Liu, L. (2018). Study on Valve Strategy of Variable Cylinder Deactivation Based on Electromagnetic Intake Valve Train. *Applied Sciences*, 8 (11), 2096. doi: 10.3390/app8112096.
7. Leone, T. G., & Pozar, M. (2001). Fuel Economy Benefit of Cylinder Deactivation - Sensitivity to Vehicle Application and Operating Constraints. *SAE Technical Paper Series*. doi: 10.4271/2001-01-3591.
8. Mo, H., Huang, Y., Mao, X., & Zhuo, B. (2014). The effect of cylinder deactivation on the performance of a diesel engine. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 228 (2), 199–205. doi: 10.1177/0954407013503627.
9. Leahu, C. I., Tarulescu, S., & Tarulescu, R. (2018). The exhaust gas temperature control through an adequate thermal management of the engine. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 444, 072016. doi: 10.1088/1757-899x/444/7/072016.
10. Korobko, A., & Molodan, A. (2018). Power Change And Fuel Consumption Of Wheel Machines Engine With Disabling Part Of Its Cylinders. Technical and Technological Aspects of Development and Testing of New Machinery and Technologies for Agriculture of Ukraine, (22 (36)), 266–272. doi: 10.31473/2305-5987-2018-1-22(36)-266-272.
11. Corno, M., D'Avico, L., Marelli, S., Galvani, M., & Savaresi, S. M. (2019). Predictive cylinder deactivation control for large displacement automotive engines. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 68 (10), 9554–9563. doi: 10.1109/TVT.2019.2933066.
12. Pillai, S., LoRusso, J., & Van Benschoten, M. (2015). Analytical and Experimental Evaluation of Cylinder Deactivation on a Diesel Engine. *SAE Technical Paper Series*. doi: 10.4271/2015-01-2809.
13. Lif, A., & Holmberg, K. (2006). Water-in-diesel emulsions and related systems. *Advances in Colloid and Interface Science*, 123-126, 231–239. doi: 10.1016/j.cis.2006.05.004.
14. Kozhanov, V. N., Petelin, A. A., Gritsenko, A. V., Shepelev, V. D. (2018). Reducing the toxicity of exhaust gases of diesel engines by disabling some of its cylinders. *Bulletin of the South Ural State University Series "Mechanical Engineering Industry"*, 18(2), 34–44. doi: 10.14529/engin180204.
15. Hamid, I., Muhamad Said, M. F., Mohamed Soid, S. N., & Nasution, H. (2016). Effect of cylinder deactivation strategies on engine performances using one-dimensional simulation technique. *Jurnal Teknologi*, 78 (8-4). doi:10.11113/jt.v78.9584.
16. Molodan, A., Korobko, A. (2018). Osnovni pidkhody do nadiinosti avtotraktornoho dvyhuna z vymkenniam tsylindriv yak skladnoi systemy. *Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniki i Tekhnologii dlia Silskoho Hospodarstva Ukrainy*, 23, 52–60. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2018_23_7 [In Ukrainian].
17. Kozhanov, V. N., Petelin, A. A., Baganov, N. A., & Bekhtold, T. G. (2017). Study of Reducing the Toxicity of Exhaust Gases of a Diesel Engine. *Bulletin of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan*, 1 (63), 97–104 [In Russian].
18. Zhuravlev, S. S., & Zubarev, K. V. (2015). Approbation of the Method for Controlling the Engine Power by Switching off the Cylinders. *Engineering and technology of construction*, 3 (3), 14–20 [In Russian].
19. Gritsenko, A., Plaksin, A., & Shepelev, V. (2017). Studuing Lubrication System of Turbocompressor Rotor with Integrated Electronic Control. *Procedia Engineering*, 206, 611–616. doi: 10.1016/j.proeng.2017.10.525.
20. Khymchenko, A. V., Myshyn, D. H., & Buzov, A. V. (2013). Snyzhenye neravnomernosti krutiashcheho momenta dvyhatelya s otkliuchenyem tsylyndrov na rezhymakh chastychnoho nahruzheniya. *Dvyhately Vnutrenneho Shoranyia*, 1, 46–51 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 25.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Романяк В. І., Келемеш А. О., Горбенко О. В. Дослідження токсичності відпрацьованих газів дизельних двигунів при деактивації частини циліндрів. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 241–249.

© Романяк Владислав Ігорович, Келемеш Антон Олександрович,
Горбенко Олександр Вікторович, 2019

original article | UDC 631.331:633.63 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.32

THE INFLUENCE OF BEET ROOT PLANTING QUALITY ON THE YIELD OF SUGAR BEET SEEDS

H. O. Lapenko,

OCID ID: [0000-0003-1435-5307](https://orcid.org/0000-0003-1435-5307), E-mail: grygorii.lapenko@pdaa.edu.ua,

T. H. Lapenko,

ORCID ID: [0000-0001-8055-6698](https://orcid.org/0000-0001-8055-6698), E-mail: taras.lapenko@pdaa.edu.ua,

M. V. Marenich,

E-mail: mukolamarenich20@gmail.com,

O. I. Kuzmenko,

E-mail: kyszmalexa@gmail.com,

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

Planting sugar beet stecklings with planting machine is one of the stages in the technological process of producing elite seeds. The analysis of the experience of using planting units for planting stecklings showed a number of disadvantages: poor quality of planting stecklings without spacing stability and the absence of parameter control; unregulated applying nutrients and granules of water preservation to the roots, which negatively affect the development of plants. The aggregate having openers of the planting device has been designed, where the system of supplying the spray of nutrients and growth stimulator is envisaged. The technological process is conducted in the following way: during the movement of equilateral triangles of the planting cones mechanism the root is planted in the soil. To eliminate the drawbacks while planting stecklings, the openers of the planting device for the roots having the diameter of 50–120 mm were designed. Owing to them free falling roots in the soil is ensured and their lifting together with the cone to the soil surface is prevented. The research has shown that root plant spacing depends on the angular and forward velocities of the device. The draft resistance of furrow openers and soil compaction depend on the furrow width and depth and the distance between the axes of quadrangles and the unit of rear compaction wheels. Improving the planter, taking into account biological peculiarities of plant development, meeting the requirements of energy saving and economic expediency was proved. The technological parameters of the aggregate and the expediency of planting sugar beet roots for seeds with the following spacing have been substantiated: 40–70 cm and 50–60 cm. The rotational planting unit with planting cones for ensuring the quality of planting sugar beet stecklings has been adopted. It has been confirmed by the research, that plant spacing of roots is regulated by changing angular and forward velocities of the unit, which is envisaged by: - changing the star with different number of tines on the reducing gear of drive shaft; - changing forward (operating) velocity of tractor. The results of the research can be used while modernizing the existing and designing new planting machines for planting sugar beet stecklings to obtain elite seeds in agro – industrial complex of Ukraine.

Key words: planter, the opener, parameters of the aggregate, plant spacing, root crops.

ВПЛИВ ЯКОСТІ САДІННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Г. О. Лапенко, Т. Г. Лапенко, М. В. Маренич, О. І. Кузьменко,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У технологічному процесі виробництва елітного насіння є посадка маточних коренеплодів цукрового буряка висадко-саджальною машиною. Аналіз досвіду використання висадко-саджальних агре-

затів для висадки маточників цукрового буряку показав низку недоліків. Важливими з яких є низька якість висаджування маточників та відсутність можливості змінювати крок садіння залежно від розмірів коренеплодів та агрокліматичних умов вирощування. У Полтавській державній аграрній академії розроблена висадко-саджальна машина, з ротаційними апаратами, яка забезпечує садіння коренеплодів з кроком від 0,35 до 0,7 м. Проведенні дослідження дали можливість запропонувати оригінальний розкривач, який звів до мінімуму кількість пошкоджених коренеплодів у процесі садіння і підвищив якість садіння відповідно до агротехнічних вимог, для коренеплодів діаметром від 50 до 120 мм. Технологічний процес здійснюється так: при русі рівносторонніх трикутників механізму садильних конусів змінюється швидкість за допомогою зірочки на редукторі висадко-саджальної машини, а розкривач забезпечує переведення коренеплодів у ґрунт та виключає їх підйом разом з конусом на поверхню поля. Для виключення пошкодження головки коренеплоду розкривач виконаний у вигляді ввігнутої напівсфери зі вставкою з пористої гуми, тому він охоплює головку коренеплоду і утримує його в конусі. Вибір оптимального кроку садіння та забезпечення якості садіння призведе до збільшення врожайності насіння цукрового буряку та зменшення його собівартості. Оптимальною схемою садіння маточних коренеплодів в умовах Полтавської області є схема $0,7 \times 0,5$ м, яка забезпечує збільшення врожаю на 5,4 ц/га порівняно з класичною схемою $0,7 \times 0,7$ м. Покращення показників садіння маточних коренеплодів цукрового буряку, враховуючи розміри самих коренеплодів та кроку садіння, є перспективним напрямом збільшення врожайності насіння цукрових буряків. Результати дослідження можуть бути використані при модернізації існуючих та розробці нових висадко-саджальних машин для посадки маточників цукрового буряку.

Ключові слова: висадко-саджальний агрегат, розкривач, параметри агрегату, крок садіння, коренеплод.

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОСАДКИ КОРНЕПЛОДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Г. А. Лапенко, Т. Г. Лапенко, Н. В. Маренич, А. И. Кузьменко,
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Анализ работы существующих высадкопосадочных машин показал ряд недостатков, в том числе низкое качество посадки, повреждаемость головки корнеплода, отсутствие возможности регулирования шага посадки в зависимости от размеров корнеплодов и агроклиматических условий выращивания семян сахарной свеклы. Разработанная в Полтавской государственной аграрной академии высадкопосадочная машина ВПП – 4М с оригинальным раскрывателем посадочного конуса обеспечивает посадку корнеплодов с шагом от 0,35 до 0,70 м, снижает процент повреждённых корнеплодов до минимума, обеспечивает высокое качество посадки в соответствии с агротехническими требованиями и в конечном счёте повышает урожайность семян сахарной свеклы.

Ключевые слова: высадкопосадочный агрегат, раскрыватель, параметры агрегата, шаг посадки, корнеплод.

Вступ

Питання виробництва високоякісної екологічно безпечної продукції за енергоощадними технологіями є стратегічним для економіки провідних країн Світу, зокрема України.

Забезпечення агропідприємств України якісним вітчизняним насінням цукрового буряку є важливим фактором збільшення виробництва цукру та зменшення його собівартості [3, 8, 9].

Однією з трудомістких операцій у технологічному процесі виробництва насіння цукрових буряків є садіння маточних коренеплодів [5, 13, 23]. Наявні висадко-садильні машини мають низку недоліків: низька продуктивність, великі енергозатрати, неможливість змінювати відстань між коренеплодами в рядку залежно від їхніх розмірів та агрокліматичних умов вирощування [18].

Підвищення врожайності насіння цукрових буряків можна досягти, розв'язавши такі питання:

- вибір оптимального кроку садіння коренеплодів цукрового буряку залежно від розмірів коренеплодів та агрокліматичних умов вирощування;
- забезпечення високої якості садіння коренеплодів та зменшення кількості травмованих коренеплодів.

Підвищення урожайності насіння цукрового буряку за рахунок вибору оптимального кроку садіння та

високої якості садіння забезпечить зниження енергоємності процесу та собівартості виробництва [13, 16].

Метою дослідження цієї роботи було вибрати оптимальний крок садіння коренеплодів цукрового буряка залежно від розмірів коренеплодів та агрокліматичних умов їх вирощування для забезпечення максимальної врожайності високоякісного насіння. Розробити та дослідити нові типи розкривачів садильного апарату для забезпечення якісної посадки коренеплодів та мінімізації їх пошкоджень.

Для досягнення поставленої мети за результатами експериментів з використанням розробленої в Полтавській державній аграрній академії висадко-садильної машини ВПГ – 4М [14, 15] та відповідного обладнання, необхідно розв'язати такі *завдання*:

- дослідити залежність кроку садіння коренеплодів цукрового буряка від кількості обертів висаджувального апарату та поступальної швидкості висадко-садильної машини;
- визначити залежність частоти обертання посадкового апарату від кроку садіння на різних передачах трактора;
- обґрунтувати технологічні параметри розкривача та встановити кількість пошкоджених коренеплодів від типу розкривача;
- обґрунтувати оптимальні параметри і режими роботи садильного апарату для різних кроків садіння.

Матеріали і методи досліджень

При виконанні досліджень та обробки результатів експериментальних досліджень за цією публікацією використані методи математичної статистики та математичного аналізу. Лабораторні та польові дослідження проводилися на базі висадко-садильних машин ВПГ – 4 М, розроблених групою співробітників Полтавській державній аграрній академії [13].

Технологічний процес здійснюється таким чином. Борознорозширювачем утворюється борозна, у яку входять садильні конуси. При русі рівносторонніх трикутників механізму садильних конусів при взаємодії з розкривачем висаджується коренеплід у ґрунт, а копіювальне ущільнююче колесо фіксує коренеплід у вертикальному положенні. Швидкість руху трикутників за один оберт та садильних конусів у процесі висадки не постійна і змінюється в широкому діапазоні (0,1...0,7 м/с) за допомогою ексцентрикової зірочки, котра встановлюється на валу із заданим ексцентриситетом. Це сповільнює рух, зменшує швидкість до повної зупинки садильного конуса в момент заправки в нього коренеплоду. Створення висадкового механізму у вигляді рівносторонніх трикутників включає контакт конусів з ґрунтом у момент заправки. На установці передбачена система подачі у вигляді аерозолі поживних речовин та стимуляторів росту безпосередньо до коренеплодів [14].

Дослідження виконувались на установці для висадки коренеплодів. Площа ділянки становила 1 га; тип ґрунту – чорнозем звичайний малогумусний; глибина попереднього обробітку ґрунту – 300 мм. Глибину, вологість ґрунту визначали за стандартною методикою. Нахил поверхні розпушеного шару визначали за допомогою металічної лінійки у трьох точках, по діагоналі ділянки. Твердість ґрунту визначалась відносно поля по горизонталі 3...5° за допомогою твердоміру Рев'якіна (ДСТУ 5096:2008. Якість ґрунту. Визначення твердості ґрунту твердоміром Рев'якіна). Довжина, діаметр, маса коренеплодів визначались з нормативною точністю і записувались з достовірністю даних 95 %. Згідно з агротехнічними вимогами для висаджування використовувались коренеплоди діаметром 50... 120 мм і довжиною 150...250 мм. При дослідженні якості посадки коренеплоди обирались діаметром: дрібні – 50...70 мм; середні – 71...100 мм; крупні – 101...120 мм; і довжиною: 150...180 мм; 181...200 мм; 221...250 мм.

Результати досліджень та їх обговорення

У ході проведення дослідження було розглянуто три типи розкривачів садильного апарату:

- розкривач серійної машини ВПУ – 4;
- розкривач у вигляді механічного кільця з пористою вставкою;
- розкривач у вигляді напівсфери з пористою вставкою;

При цьому фіксувалось кількість пошкоджених головок коренеплодів для різних розмірів коренеплодів. Уплив кроку садіння (відстані між коренеплодами в рядку) на врожайність цукрових буряків проводився в діапазоні 0,35 до 0,7 м через 0,05 м. Крок змінювався, зважаючи на кількість обертів садильного апарату та швидкості руху трактора.

Отримані результати оброблялись згідно із загальноприйнятими методиками та математичними

методами, були побудовані відповідні графіки.

Схеми розроблених розкривачів тип 1 та типу 2 представлені на рисунку 1.

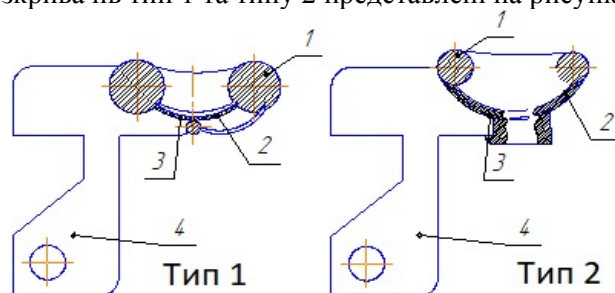


Рис. 1. Розроблені розкривачі посадкового апарату:

1 – металічне кільце; 2 – пориста вставка; 3 – напівсфера; 4 – кронштейн

Розкривач типу I виконаний у вигляді металевих кільця з пористою вставкою, він зменшив кількість пошкоджених коренеплодів порівняно з машиною ВПУ-4. Найбільшу ефективність при випробуваннях показав розкривач (типу 2) виконаний у вигляді напівсфери з пористою вставкою, застосування якого призвело до пошкодження коренеплодів в межах 1,0...1,5 %. Умови проведення досліджень були приведені відповідно до агротехнічних вимог. Кількість пошкоджених коренеплодів (у зоні головки) визначалися візуально згідно зі стандартною методикою для кожного типу розкривача, на різних кроках садіння. Спостереження за пошкодженими коренеплодами велися візуально в кількості 120 коренеплодів для кожного типу розкривача.

Запропонований розкривач типу 2 встановлений на машині ВПГ-4М, яка пройшла державні випробування, забезпечує високу якість садіння коренеплодів на різних кроках і підвищує врожайність насіння цукрового буряку.

Проведені лабораторні й польові дослідження розроблених розкривачів встановлювались на посадкових апаратах висадко-посадкової машини ВПГ-4М. Для порівняння також досліджувався розкривач посадкового апарату типу ВПУ-4. Отримані результати дослідження представлені на рис. 2, з яких видно, що найменш пошкоджує коренеплоди розкривач типу 2.

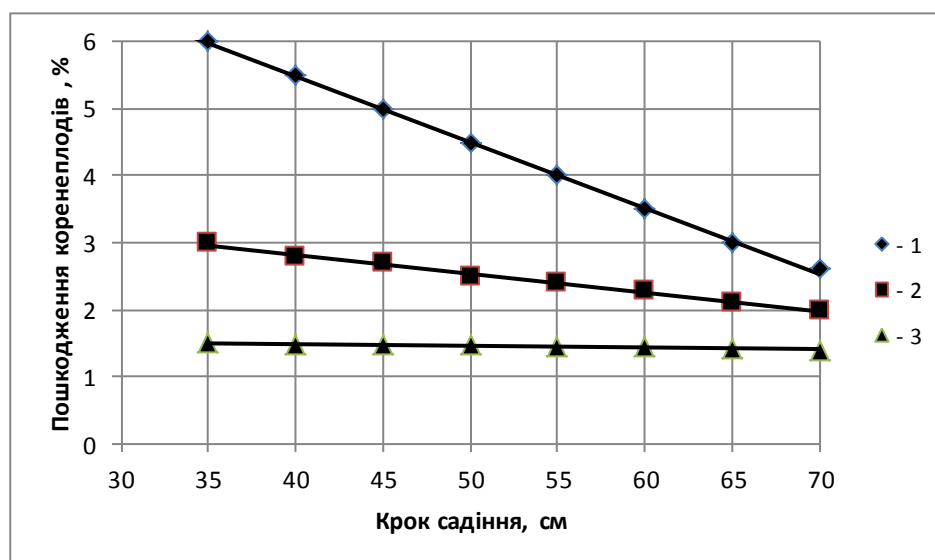


Рис. 2. Залежність пошкодження коренеплодів від типу розкривача:

1 – розкривач машини ВПУ – 4; 2 – розкривач типу 1; 3 – розкривач типу 2

Теоретичні дослідження [3, 9, 15] показали, що крок висаджування коренеплодів задається шляхом вимірювання колової й поступальної швидкості апарату, що передбачено:

- заміною зірочки з різною кількістю зубів на вихідному валу редуктора;
- зміною поступальної (робочої) швидкості трактора.

Досліди проводилися за стандартною методикою з використанням середнього розміру коренеплодів. Фактичну швидкість та кількість обертів висаджувального апарату дослідної установки на кожній передачі визначали по секундоміру при проходженні визначеного шляху. За результатами досліджень був побудований графік (рис. 3).

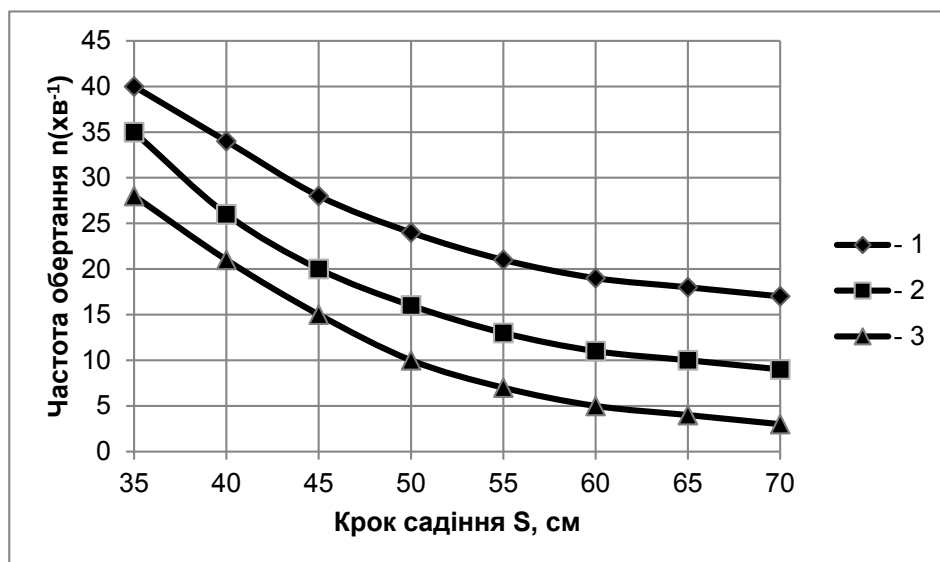


Рис. 3. Залежність частоти обертання посадкового апарату від кроку садіння на різних передачах трактора:

1 – швидкість 3,6 км/год; 2 – швидкість 3,0 км/год; 3 – швидкість 2,5 км/год

Аналізуючи графік на рис. 3, можна підібрати оптимальні значення частоти обертання посадкового апарату та поступальної швидкості руху машини на різних кроках садіння для забезпечення якості садіння коренеплодів і отримання максимального врожаю насіння.

Показники якості садіння визначались за стандартною методикою [3, 5, 9]. Дослідний зразок висадко-садильної машини ВПГ–4 м має можливість змінювати крок висаджування із забезпеченням необхідної якості і дає змогу оптимально використовувати площу живлення залежно від розмірів коренеплодів і конкретних агротехнічних умов. Результати проведених досліджень показали, що оптимальною схемою посадки в умовах Полтавської області є схема 0,7×0,5 м. Приріст врожаю порівняно з класичною схемою 0,70×0,70 м становить близько 0,5 т/га.

Висновки

У процесі дослідження встановлено залежність кількості пошкоджених коренеплодів цукрового буряка від типу розкривача та рекомендовано використання розробленого розкривача (типу 2). На підставі досліджень висадко-садильної машини ВПГ – 4М, розробленої в Полтавській державній аграрній академії, встановлено, що крок садіння (відстань між коренеплодами в рядку) регулюється зміною колісової та поступальної швидкості агрегату. Визначено залежність частоти обертання садильного агрегату від кроку посадки на різних передачах трактора.

Підтверджено, що покращення якості садіння коренеплодів та вибір оптимального кроку садіння залежно від розмірів коренеплодів та агрокліматичних умов вирощування забезпечує підвищення врожайності насіння цукрових буряків. Оптимальною схемою садіння маточних коренеплодів в умовах Полтавської області є схема 0,7×0,5 м, яка забезпечує збільшення врожаю на 5,4 ц/га порівняно з класичною схемою 0,7×0,7 м. Результати дослідження можуть бути використанні при модернізації існуючих та розробці нових висадко-садильних машин для посадки маточників цукрового буряка.

Перспективи подальших досліджень. Зважаючи на вищенаведене, покращення показників садіння маточних коренеплодів цукрового буряка, враховуючи розміри самих коренеплодів, є перспективним напрямом збільшення врожайності насіння цукрових буряків.

References

1. Anderson, M., & Larson, B. A. (1991). International Technology Transfer: Private Channel and Public Welfare. *American journal of Agricultural Economics*, 73 (3), 892–897.
2. Balan, V. M. (2012). Non-Planting Method of Sugar Beet Seed Cultivation: History of Development, State, Prospects. *Sugar Beet*, 4, 9–11 [In Ukrainian].
3. Davydiuk, V. (2011). Mechanisms of Renovating Seed Production of Sugar Beet in Ukraine and Technical Solutions of a New Planter. *Machinery and Technology of Agro-Industrial Complex*, 25, 26–28 [In Ukrainian].
4. Dankov, V. Ya. (2011). Resistance of Sugar Beet Hybrids of Different Selection to Sugar Beet Diseases. *Sugar Beet*, 3 (81), 20–21 [In Ukrainian].
5. Dobrotvortseva, A. V. (1986). *Sugar Beet Growing Technique to Obtain Seeds*. Moskva: Agropromizdat [In Ukrainian].
6. Evenson, R. E. (1991). Inventions Intended for Use in Agriculture and Related Industries: International Comparisons. *American Journal of Agricultural Economics*, 73 (3), 887–891. doi: 10.2307/1242845.
7. Fielke, J. M. (1999). Finite Element Modelling of the Interaction of the Cutting Edge of Tillage Implements with Soil. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 74 (1), 91–101. doi: 10.1006/jaer.1999.0440
8. Fursa, A. V. (2015). About the Question of Sugar Beet Seed Production. *Economics of Agro-Industrial Complex* 4, 27–34 [In Ukrainian].
9. Gizbulin, N. G. (2012). Everything Begins with Seeds. *Sugar Beet*, 2 (80), 16–21 [In Ukrainian].
10. Haitiner, L. J. (1990). Maschinensosten senken St. *Caller Baner*, 77 (11), 321–329.
11. Hendrick, J. G., & Gill, W. R. (1971). Rotary-Tiller Design Parameters Part I-Direction of Rotation. *Transactions of the ASAE*, 14 (4), 0669–0674. doi:10.13031/2013.38364.
12. Kockelmann, A., & Meyer, U. (n.d.). Seed Production and Quality. *Sugar Beet*, 89–113. doi: 10.1002/9780470751114.ch5.
13. Lapenko, H. O., Prasolov, Ye. Ia., Znova, L. V., & Bielovol, Yu. Iu. (2011). Udoskonalennia mekhanizmu vysadky tsukrovykh buriakiv. *Tekhniko – Tekhnologichni Aspekty Rozvytku ta Vyprobuvannia Novoi Tekhniki i Tekhnologii Dlia Silskoho Hospodarstva Ukrainy*, 15 (29), 223–234 [In Ukrainian].
14. Lapenko, G. O., Prasolov, Y. I., Lapenko, T. G., Zavorotnii, L.Y., Pisarenko, P. V., Braschenko, S. A., Lapenko, V. T., Znova, L. V., & Belovol, J. J. (2010). *Patent Ukrainy № 54488* Kyiv: Derzhavne pidpriemstvo "Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti" (Ukrpatent) [In Ukrainian].
15. Lapenko, G. O., Prasolov, Y. I., Zavorotnii, Y. I., Pisarenko, P. V., Meldrin, P. M., Kalinichenko, A. V., Braschenko, S. A., Znova, L. V., Horischko, A. A., & Kostoglod, K. D. (2011). *Patent Ukrainy № 60011*. Kyiv: Derzhavne pidpriemstvo "Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti" (Ukrpatent) [In Ukrainian].
16. Kalinichenko, A. V., Makarenko, P. M., Pisarenko, P. P., Sosnovska, O. O., Lapenko, G. O., Prasolov, Y. I., Braschenko, S. A., Plotnik, O. D., Divnich, A. V., & Znova, L. V. (2011). *Patent Ukrainy № 60283*. Kyiv: Derzhavne pidpriemstvo "Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti" (Ukrpatent) [In Ukrainian].
17. Larue, B., & Ker, A. (1993). World Price Variability Versus Protectionism in Agriculture: A Causality Analysis. *The Review of Economics and Statistics*, 75 (2), 342. doi: 10.2307/2109442.
18. Medvedovskyi, O. K. 1988. *Energy Analysis of Intensive Technologies in Agricultural Production*. Kyiv, Urozhai [In Ukrainian].
19. Miller, T., & Tolley, G. (1989). Technology Adoption and Agricultural Price Policy. *American Journal of Agricultural Economics*, 71 (4), 847–857. doi: 10.2307/1242662.
20. Miszczak, M. (2005). A torque evaluation for a rotary subsoiler. *Soil and Tillage Research*, 84 (2), 175–183. doi: 10.1016/j.still.2004.11.011.
21. Renner, A. (1990). Maschinenring Wolbsberg im Auburd. *Praktische Land-Technic*, 9, 17.
22. Rueda-Ayala, V., Rasmussen, J., & Gerhards, R. (2010). Mechanical Weed Control Mechanical weed control. *Precision Crop Protection – the Challenge and Use of Heterogeneity*, 279–294. doi: 10.1007/978-90-481-9277-9_17.
23. Samoilov, M. A. (1968). About Substantiating the Parameters of Planters' Operating Bodies. *Tractors and Farm Machines*, 8, 15–17 [In Ukrainian].
24. Sharifat, K., & Kushwaha, R. L. (2000). Modeling Soil Movement by Tillage Tools. *Canadian Agricultural Engineering*, 43 (4), 165–172.

25. Swick, W. C., & Perumpral, J. V. (1985). A model for predicting dynamic soil tool interaction. *Journal of Terramechanics*, 22 (3), 175. doi: 10.1016/0022-4898(85)90083-7.

26. Thakur, T. C., & Godwin, R. J. (1989). The present state of force prediction models for rotary powered tillage tools. *Journal of Terramechanics*, 26 (2), 121–138. doi: 10.1016/0022-4898(89)90002-5.

Стаття надійшла до редакції 25.11.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Лапенко Г. О., Лапенко Т. Г., Маренич М. В., Кузьменко О. І. Вплив якості садіння коренеплодів на врожайність насіння цукрових буряків. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 250–256.

© Лапенко Григорій Олександрович, Лапенко Тарас Григорович,
Маренич Микола Васильович, Кузьменко Олексій Іванович, 2019

Відповідальний редактор: *Мельничук В. В.*
Літературні редактори: *Дедушно А. В.*
Переклад англійською мовою: *Панкова Т. О.*
Куратор з індексів DOI: *Жукова В. К.*
Комп'ютерна верстка та дизайн: *Свєшнікова А. О.*
Під час створення макету було використано матеріали,
які знаходяться у вільному доступі мережі Інтернет.

Формат 60х90/8. Ум. друк. арк. 16. Тираж 300 пр. Зам. № 122.
Видавець і виготовлювач: Полтавська державна аграрна академія.
Адреса: 36003, м. Полтава, вул. Григорія Сковороди, 1/3.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2174 від 26.04.2005 р.

