



ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

3'2019

Матеріали друкуються
мовами оригіналів –
українською та англійською

Науково-виробничий
фаховий журнал
2019, № 3 (94)

**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
<http://www.pdaa.edu.ua>
<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

3'2019

Materials are published in original
languages – Ukrainian and English

**Scientific and production
professional journal**
2019, № 3 (94)

**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
<http://www.pdaa.edu.ua>
<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:

Аранчій В. І., головний редактор, канд. екон. наук, проф.

Писаренко П. В., заступник головного редактора, д-р с.-г. наук, проф.

Горб О. О., заступник головного редактора, канд. с.-г. наук, доц.

Редакційна колегія з галузі «Сільське господарство»:

Brzozowska Anna, Doctor of Science in Economics, Professor Czestochowa University of Technology, Poland

Dolhanczuk-Srodka Agnieszka, Doctor habilitowany, Professor of the University of Opole, Poland

Rajful Malgorzata, Doctor habilitowany, Professor of the University of Opole, Poland

Perekhozhuk Oleksandr, Doctor, Research Associate, Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies, Germany

Zdzisława Dacko-Pikiewicz, Professor, Rector University of Dabrowa Górnicza, Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej, Poland

Калініченко А. В., д-р с.-г. наук, проф. Полтавська державна аграрна академія, Україна, University of Opole, Poland

Короткова І. В., канд. хім. наук, доц.

Крикунова В. Ю., канд. хім. наук, доц.

Маренич М. М., канд. с.-г. наук, доц.

Опара Н. М., канд. с.-г. наук, доц.

Писаренко В. М., д-р с.-г. наук, проф.

Поліщук А. А., д-р с.-г. наук, проф.

Поспелов С. В., канд. с.-г. наук, доц.

Ромашко Т. П., канд. хім. наук, доц.

Самойлік М. С., д-р екон. наук, доц.

Самородов В. М., заслужений винахідник України

Тараненко А. О., канд. с.-г. наук

Чайка Т. О., канд. екон. наук

Шостя А. М., д-р с.-г. наук, ст. наук. співроб.

Редакційна колегія з галузі «Ветеринарна медицина»:

Антіпов А. А., канд. вет. наук, доц.

Бердник В. П., д-р вет. наук, проф.

Бойко О. О., канд. біол. наук, доц.

Гребень О. Б., канд. біол. наук, наук. співроб.

Євстаф'єва В. О., д-р вет. наук, доц.

Киричко Б. П., д-р вет. наук, проф.

Корчан Л. М., канд. вет. наук

Кручиненко О. В., канд. вет. наук, доц.

Кузьміна Т. А., канд. біол. наук, ст. наук. співроб.

Кулинич С. М., д-р вет. наук, проф.

Локес-Крупка Т. П., канд. вет. наук

Мельничук В. В., канд. вет. наук

Прийма О. Б., канд. вет. наук, доц.

Редакційна колегія з галузі «Технічні науки»:

Горик О. В., д-р техн. наук, проф.
Дудніков І. А., канд. техн. наук, доц.
Ковальчук С. Б., канд. техн. наук
Костенко О. М., д-р техн. наук, доц.
Сакало В. М., канд. техн. наук, доц.
Сукманов В. О., д-р техн. наук, проф.
Шейченко В. О., д-р техн. наук, ст. наук. співроб.

Журнал рекомендовано до друку за рішенням вченої ради Полтавської державної аграрної академії (протокол № 1 від 24.09.2019 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.

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:

Aranchiy V. I., Editor-in-Chief, Candidate (PhD) of Economic Sciences, Professor
Pysarenko P. V., Deputy Editor-in-Chief, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Gorb O. O., Deputy Editor-in-Chief, Candidate (PhD) of Agricultural Sciences, Associate Professor

Editorial Board in the field of «Agriculture»:

Brzozowska Anna, Doctor of Science in Economics, Professor of Czestochowa University of Technology, Poland
Dolhanczuk-Srodka Agnieszka, Doctor habilitowany, Professor of the University of Opole, Poland
Rajful Malgorzata, Doctor habilitowany, Professor of the University of Opole, Poland
Perekhozhuk Oleksandr, Doctor, Research Associate, Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies, Germany
Zdzisława Dacko-Pikiewicz, Professor, Rector University of Dabrowa Górnicza, Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie
Kalinichenko A. V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Poltava State Agrarian Academy, Ukraine, University of Opole, Poland
Korotkova I. V., Candidate (PhD) of Chemical Sciences, Associate Professor
Krykunova V. Yu., Candidate (PhD) of Chemical Sciences, Associate Professor
Marenych M.M., Candidate (PhD) of Agricultural Sciences, Associate Professor
Opara N. M., Candidate (PhD) of Agricultural Sciences, Associate Professor
Pysarenko V. M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Polishchuk A. A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Pospelov S. V., Candidate (PhD) of Agricultural Sciences, Associate Professor
Romashko T. P., Candidate (PhD) of Chemical Sciences, Associate Professor
Samoilik M. S., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor
Samorodov V. M., Honored inventor of Ukraine
Taranenko A. O., Candidate (PhD) of Agricultural Sciences
Chaika T. O., Candidate (PhD) of Economic Sciences
Shostia A. M., Doctor of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow

Editorial Board in the field of «Veterinary Medicine»:

Antipov A. A., Candidate (PhD) of Veterinary Sciences, Associate Professor
Berdnyk V. P., Doctor of Veterinary Sciences, Professor
Boyko O. O., Candidate (PhD) of Biological Science, Associate Professor
Greben O. B., Candidate (PhD) of Biological Science, Senior Researcher
Yevstafieva V. O., Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor
Kyrychko B. P., Doctor of Veterinary Sciences, Professor
Korchan L. M., Candidate (PhD) of Veterinary Sciences
Kruchynenko O. V., Candidate (PhD) of Veterinary Sciences, Associate Professor
Kuzmina T. A., Candidate (PhD) of Biological Science, Senior Research Fellow
Kulynych S. M., Doctor of Veterinary Sciences, Professor
Lokes-Krupka T. P., Candidate (PhD) of Veterinary Sciences
Melnychuk V. V., Candidate (PhD) of Veterinary Sciences
Prijma O. B., Candidate (PhD) of Veterinary Sciences, Associate Professor

Editorial Board in the field of «Technical Sciences»:

Horyk O. V., Doctor of Technical Sciences, Academician of the Ukrainian Academy of Construction, Academician of International Academy of Computer Sciences and Systems, Professor

Dudnikov I. A., Candidate (PhD) of Technical Sciences, Associate Professor

Kovalchuk S. B., Candidate (PhD) of Technical Sciences

Kostenko O. M., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Sakalo V. M., Candidate (PhD) of Technical Sciences, Associate Professor

Sukmanov V. O., Doctor of Technical Sciences, Professor

Sheichenko V. O., Doctor of Technical Sciences, Senior Research Fellow

The journal is recommended for publication by the decision of the Academic Council of Poltava State Agrarian Academy (Minutes No. 1 of 24.09.2019).

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.

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>Тищенко М. В., Філоненко С. В.</i> Вплив системи удобрення цукрових буряків на продуктивність короткоротаційної плодозмінної сівозміни	11
<i>Панфілова А. В., Гамаюнова В. В., Дробітько А. В.</i> Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні	18
<i>Маренич М. М.</i> Ефективність способів застосування гумінових стимуляторів в технології вирощування пшениці озимої	26
<i>Пісковий М. Б., Пилипченко А. В.</i> Особливості розвитку біоти ґрунту в посівах конопель за технологіями органічного землеробства та її вплив на продуктивність	35
<i>Гангур В. В., Кохан А. В., Глущенко Л. Д., Олєпир Р. В., Лень О. І.</i> Вплив природних і антропогенних факторів на динаміку гумусу та продуктивність пшениці озимої в умовах беззмінного вирощування	43
<i>Єремко Л. С., Гангур В. В., Киричок О. О., Сокирко Д. П.</i> Мінеральне живлення як фактор підвищення фотосинтетичної продуктивності і урожайності посівів гороху	50
<i>Грицюк Н. В., Дереча О. А., Бакалова А. В., Складановська Я. М., Попелянська Т. В.</i> Ефективність комплексного застосування препаратів різного походження проти фузаріозної кореневої гнилі пшениці озимої	57
<i>Бакалова А. В., Ткаленко Г. М., Грицюк Н. В., Дереча О. А., Щепанівський Д. С.</i> Фенологічні особливості розвитку смородинової вузькотілої златки в насадженнях смородини чорної в умовах Полісся України	65
<i>Дереча О. А., Грицюк Н. В., Бакалова А. В., Ковальчук Р. С., Шамрай Т. І.</i> Застосування системних фунгіцидів проти грибних хвороб вівса в умовах Житомирської області	72
<i>Шепілова Т. П.</i> Вплив регуляторів росту на продуктивність сої в умовах Північного Степу України	80

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

<i>Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В., Горб О. О., Чайка Т. О.</i> Формування родючості ґрунту в умовах органічного землеробства	85
<i>Чайка Т. О., Яснолоб І. О., Горб О. О., Лотиш І. І., Березницький Є. В.</i> Екологізація систем обробітку ґрунту задля відновлення та підвищення родючості ґрунтів	92
<i>Писаренко П. В., Корчагін О. П.</i> Прогнозування процесів евтрофікації водойм на прикладі річки Ворскла	103

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

<i>Чернявська Т. О., Ізмайлова Н. О.</i> Якісний склад молока корів української червоно-рябої молочної породи	111
<i>Вовкогон А. Г.</i> Порівняльна характеристика нативної і іммобілізованої на модифікованому пектині закваски для йогурту за різного часу і умов зберігання	117
<i>Усенко С. О.</i> Циклічна лабільність гомеостазу у свинок	125
<i>Батуревич О. О.</i> Ефективність використання мінералів природного походження в раціоні самиць коропа	132

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

<i>Шевченко Т. С.</i> Гематологічні показники крові хворої на трихуроз великої рогатої худоби відповідно до різних схем лікування	139
<i>Сорокова С. С.</i> Порівняльна ефективність способів копроовоскопічної діагностики стронгілідозу овець	146
<i>Міластная А. Г., Духницький В. Б.</i> Імпульсно-хвильове доплерівське дослідження підшлункової залози собак за гострого панкреатиту	152
<i>Заїка С. С., Кот Т. Ф., Гуральська С. В., Сокульський І. М., Хоменко З. В.</i> Гістохімічна характеристика яєчників великої рогатої худоби, вирощеної на радіоактивно забрудненій території	160
<i>Мельничук В. В.</i> Особливості терапевтичної дії сучасних лікарських засобів за трихурозу овець	167
<i>Фірсова Є. С., Канівець Н. С., Бездільна А. С., Хоменко А. М.</i> Обґрунтування доцільності різних методів лікування уролітіазу в котів	175
<i>Євстаф'єва В. О., Голофаєв Б. Ю.</i> Особливості поширення токскаркозу собак у місті Полтава	181
<i>Щербакова Н. С., Крупа К. П.</i> Узагальнення інформації щодо лігулідозної інвазії риб	187
<i>Стець О. В.</i> Удосконалення класичного копроовоскопічного способу флотації шляхом використання знезолених фільтрів	193
<i>Бородай Є. О., Година В. П.</i> Поширення та особливості перебігу трихурозу собак на території міста Полтава	200
<i>Гончаров С. Л.</i> Вікова динаміка зараження риб родини Gobiidae трематодами <i>Cryptokotyle Lühe, 1899</i> (Trematoda: Heterophyidae) в лиманних водах та акваторії Чорного моря півдня України	207
<i>Євстаф'єва В. О., Горб К. О.</i> Вплив ектопаразитів роду <i>Ctenocephalides</i> на гематологічні показники інвазованих собак	215
<i>Локес-Крупка Т. П., Цвіліховський М. І.</i> Клінічні та морфометричні показники у свійських кота і собаки за наявності ожиріння, що зумовлено цукровим діабетом	221
<i>Журенко О. В., Карповський В. І., Данчук О. В., Трокоз В. О.</i> Вплив типу вищої нервової діяльності на вміст фосфору в крові корі	228
<i>Назаренко О. С.</i> Вплив вароозної інвазії на тривалість життя медоносної бджоли <i>Apis mellifera</i> L., 1758	235
<i>Кручиненко О. В., Михайлютенко С. М., Клименко О. С.</i> Терапевтична ефективність клозафену й клозіверону за дикроцеліозно-стронгілятозної інвазії корів	241

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

<i>Леві Л. І.</i> Формалізація вологопереносу в ненасиченій зоні модульної ділянки ґрунту як об'єкту керування на основі нео-фаззі мереж	248
<i>Ковальчук С. Б., Горик О. В.</i> Аналітичний розв'язок задачі згину багатопарової симетричної кругової арки під дією нормальної сили у середньому перерізі. Повідомлення 2. Арки малої кривизни	256

CONTENTS

AGRICULTURE. PLANT GROWING

<i>Tyshchenko M. V., Filonenko S. V.</i> The influence of sugar beet fertilization system on the productivity of short-term rotation of crop succession	11
<i>Panfilova A. V., Gamayunova V. V., Drobitko A. V.</i> The yield of winter wheat depending on its fore-crop and stubble bio-destructor	18
<i>Marenych M. M.</i> The effectiveness of the methods of using humic stimulators in the technology of winter wheat cultivation	26
<i>Piskovyi M. B., Pylypchenko A. V.</i> The peculiarities of soil biota development in hemp sown areas under organic farming technologies and its impact on the productivity	35
<i>Hanhur V. V., Kokhan A. V., Glushchenko L. D., Olepir R. V., Len O. I.</i> The influence of natural and anthropogenic factors on humus dynamics and winter wheat productivity at continuous growing	43
<i>Yeremko L. S., Hanhur V. V., Kyrychok O. O., Sokyrko D. P.</i> Mineral nutrition as a factor of increasing photosynthetic productivity and yield of field pea	50
<i>Gritsyuk N. V., Derecha O. A., Bakalova A. V., Skladanovska Ya. M., Popelyanska T. V.</i> The effectiveness of complex applying preparations of different origin against fusarium root rot of winter wheat	57
<i>Bakalova A. V., Tkalenko A. M., Gritsyuk N. V., Derecha O. A., Shchepanivskyi D. S.</i> Phenological peculiarities of developing <i>Agrilus chrysoderes</i> on the planted areas of European black currant in the Ukraine's Polissia	65
<i>Derecha O. A., Gritsyuk N. V., Bakalova A. V., Kovalchuk P. C., Shamray T. I.</i> Using systemic fungicides against oat fungal diseases in Zhytomyr region	72
<i>Shepilova T. P.</i> The influence of growth regulators on soybean productivity in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine	80

AGRICULTURE. ECOLOGY

<i>Pysarenko V. M., Pysarenko P. V., Pysarenko V. V., Gorb O. O., Chaika T. O.</i> Soil fertility formation under organic farming	85
<i>Chaika T. O., Yasnolob I. O., Gorb O. O., Lotysh I. I., Bereznytskyi Yev. V.</i> Eco-balance of soil tillage systems to restore and increase soil fertility	92
<i>Pysarenko P. V., Korchagin O. P.</i> The prognostication of water reservoir eutrophication processes on the example of the Vorskla River	103

AGRICULTURE. ANIMAL BREEDING

<i>Chernyavska T. O., Izmaylova N. O.</i> Qualitative composition of cow milk of Ukrainian red-pockmarked dairy breed	111
<i>Vovkohon A. H.</i> Comparative characteristics of native culture and immobilized culture on modified pectin for yoghurt at different time and storage conditions	117
<i>Usenko S. O.</i> Cyclic lability of homeostasis in gilts	125
<i>Baturevich O. O.</i> The effectiveness of using natural minerals in the diet of female carp	132

VETERINARY MEDICINE

<i>Shevchenko T. S.</i> Hematological parameters of the blood of cattle diseased with trichurosis under different treatment schemes	139
<i>Sorokova S. S.</i> Comparative effectiveness of the methods of coproovoscopic diagnosing sheep strongyloidosis	146
<i>Milastnaia A. G., Dukhnytskyi V. B.</i> Pulse wave doppler ultrasonography of the pancreas in dogs with acute pancreatitis	152
<i>Zaika S. S., Kot T. F., Gural'ska S. V., Sokul'skiy I. M., Khomenko Z. V.</i> Histo-chemical characteristics of the ovaries of cattle grown in the radioactive contaminated area	160
<i>Melnychuk V. V.</i> Peculiarities of therapeutic action of modern medicaments at sheep trichurosis	167
<i>Firsova Ye. S., Kanivets N. S., Bezdyelna A. S., Khomenko A. M.</i> Substantiating the expediency of different treatment methods of cat urolithiasis	175
<i>Yevstafieva V. O., Golofayev B. Yu.</i> Peculiarities of dog toxascariosis spreading in the town of Poltava	181
<i>Shcherbakova N. S., Krupa K. P.</i> Collecting information on fish ligulidose invasion	187
<i>Stets O. V.</i> Improvement of the classical coproovoscopic flotation method by using ash-free filters	193
<i>Borodai Ye. O., Godyna V. P.</i> Distribution and peculiarities of dog trichuriasis course on the territory of the town of Poltava	200
<i>Honcharov S. L.</i> Age-related dynamics of infesting gobiidae family fish with <i>Cryptokotyle</i> Lühe, 1899 (Trematoda: Heterophyidae) in the estuaries of the Black Sea in the southern Ukraine	207
<i>Yevstafieva V. O., Horb K. O.</i> The influence of <i>Ctenocephalides</i> genus parasites on hematological indices of infested dogs	215
<i>Lokes-Krupka T. P., Tsvilikhovsky M. I.</i> Clinical and morphometric indices in domestic cats and dogs suffering from obesity because of diabetes	221
<i>Zhurenko O. V., Karpovskiy V. I., Danchuk O. V., Trokoz V. O.</i> The effect of higher nervous activity type on the content of phosphorus in the blood of cows	228
<i>Nazarenko O. S.</i> The influence of varroasis invasion on life time of <i>Apis Mellifera</i> L., 1758 honey bee	235
<i>Kruchynenko O. V., Mykhailiutenko S. M., Klymenko O. S.</i> The therapeutic effectiveness of kloxaphen and closiveron at cow dicroceliosis-strongylosis invasion	241

TECHNICAL SCIENCES

<i>Lievi L. I.</i> Formalization of moisture transfer in an unsaturated zone of a modular plot of soil as a control object based on neo-fuzzy networks	248
<i>Koval'chuk S. B., Goryk O. V.</i> Basic stress-strain state of a multilayer symmetric circular arch under the action of normal forces in the middle section. Report 2. Arches of small curvature	256



Agriculture.
Plant growing

BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY

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

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



original article | UDC 631.8:633.4:631.582 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.01

THE INFLUENCE OF SUGAR BEET FERTILIZATION SYSTEM ON THE PRODUCTIVITY OF SHORT-TERM ROTATION OF CROP SUCCESSION

M. V. Tyshchenko,

E-mail: vpdss@meta.ua,

Veselopodolianska Selection State Station of Institute of Bio-Energy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 1, Selectsioneriv st., village of Veremiivka, Semenivka district, Poltava region

S. V. Filonenko,

ORCID ID: [0000-0001-8360-8852](https://orcid.org/0000-0001-8360-8852), E-mail: sergii.filonenko@pdaa.edu.ua,

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

Applying fertilizers under sugar beet and other crops of the rotation system increases not only their yields, but also positively influences the general productivity of crop rotation. However, there are not enough data concerning the impact of sugar beet fertilization system on general productivity of short-term rotation of crop succession in the zone of insufficient moistening. That is why it is important to conduct the corresponding research the aim of which is to determine the impact of sugar beet fertilization system on general productivity of short-term rotation of crop succession. The task of the investigation was to study the impact of different doses of organic and mineral fertilizers applied under sugar beet on its productivity and technological qualities of roots; study the aftereffect of various fertilization systems used during sugar beet cultivation on the yield, feed units, digestible protein and estimated sugar amount per 1 hectare of short-term rotation of crop succession. The corresponding experiments were conducted during long-term permanent experiment at Veselyi Podil Experimental-Selection Station of the Institute of Bio-Energy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences (Semenivka district, Poltava region) during 2006–2009. As a result of the conducted studies it was established that the results of short-term rotation of crop succession changed depending on sugar beet and other crops' fertilization system. Applying 6.25 t of manure + $N_{45.0}P_{60.0}K_{45.0}$ resulted in obtaining the highest grain yield per 1 ha of crop rotation area – 2.48 t. As far as sugar beet root yield per 1 ha of crop rotation area was concerned, it turned out to be the maximal in case of applying 12.5 t/ha of manure + $N_{33.8}P_{45.0}K_{33.8}$ and made 13.2 t during crop rotation period. In its turn, applying 6.25 t of manure + $N_{56.2}P_{75.0}K_{56.2}$ and 12.5 t of manure + $N_{33.8}P_{45.0}K_{33.8}$ led to receiving the maximal output of feed units and digestible protein per 1 ha of crop rotation area – 8.92 and 8.87 t and 0.69 and 0.68 t respectively.

Keywords: fertilization system, crop succession, sugar beet, grain yield, feed units, digestible protein, amount of sugar.

ВПЛИВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ ПЛОДОЗМІННОЇ СІВОЗМІНИ

М. В. Тищенко,

Веселоподільська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Селекціонерів, 1, с. Вереміївка, Семенівський район, Полтавська область, 38251, Україна

С. В. Філоненко,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Внесення добрив під цукрові буряки й інші культури сівозміни підвищує не тільки їхню врожай-

ність, але й позитивно впливає на загальну продуктивність сівозміни. Проте дослідних даних щодо впливу системи удобрення цукрових буряків на загальну продуктивність короткоротаційної плодозмінної сівозміни особливо в зоні недостатнього зволоження вкрай недостатньо. У цьому й полягає актуальність та практичне значення відповідних досліджень, мета яких – визначити вплив системи удобрення цукрових буряків на загальну продуктивність короткоротаційної плодозмінної сівозміни. Завдання досліджень полягало у з'ясуванні впливу різних доз органічних та мінеральних добрив, що вносяться під цукрові буряки, на їх продуктивність та технологічні якості коренеплодів; вивченні післядії різних систем удобрення, що застосовуються під час вирощування цукрових буряків, на вихід зерна, кормових одиниць, перетравного протеїну і збору цукру в перерахунку на 1 га ріллі короткоротаційної плодозмінної сівозміни. Відповідні експерименти проводили у тривалому стаціонарному досліді Веселоподільської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України (Семенівський район, Полтавська область) упродовж 2006–2009 років. У результаті проведених досліджень встановлено, що продуктивність короткоротаційної плодозмінної сівозміни змінюється залежно від систем удобрення цукрових буряків та інших культур. Внесення під цукрові буряки та інші культури за ротацію сівозміни із розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + $N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0}$ сприяло отриманню найбільшого виходу зерна з 1 га сівозмінної площі – 2,48 т. Щодо виходу коренеплодів цукрових буряків з 1 га сівозмінної площі, то він виявився максимальним саме, якщо внести за ротацію сівозміни 12,5 т/га гною + $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$ і становив 13,2 т. Так само внесення за ротацію сівозміни 6,25 т гною + $N_{56,2}P_{75,0}K_{56,2}$ і 12,5 т гною + $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$ посприяло отриманню максимального виходу з 1 га сівозмінної площі кормових одиниць та перетравного протеїну – 8,92 і 8,87 т та 0,69 і 0,68 т відповідно.

Ключові слова: система удобрення, плодозмінна сівозміна, цукрові буряки, вихід зерна, кормові одиниці, перетравний протеїн, збір цукру.

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРТКОРОТАЦИОННОГО ПЛОДОСМЕННОГО СЕВООБОРОТА

Н. В. Тищенко,

Весёлоподольская опытно-селекционная станция Института биоэнергетических культур и сахарной свёклы НААН Украины, ул. Селекционеров, 1, с. Веремеевка, Семёновский район, Полтавская область, 38251, Украина

С. В. Филоненко,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Изучение влияния системы удобрения сахарной свёклы и других культур севооборота на общую продуктивность короткоротационного плодосменного севооборота, особенно в условиях зоны недостаточного увлажнения, считается вопросом очень важным и актуальным. Целью соответствующих исследований, которые проводили в стационарном опыте на Весёлоподольской опытно-селекционной станции Института биоэнергетических культур и сахарной свёклы Национальной академии аграрных наук Украины (Семёновский район, Полтавская область), было определение влияния системы удобрения сахарной свёклы на общую продуктивность короткоротационного плодосменного севооборота. В результате проведенных исследований установлено, что продуктивность короткоротационного плодосменного севооборота меняется в зависимости от систем удобрения сахарной свёклы и других культур. Внесение под сахарную свёклу и другие культуры за ротацию севооборота из расчета на 1 га пашни 6,25 т навоза + $N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0}$ способствовало получению наибольшего выхода зерна с 1 га севооборота – 2,48 т. Относительно выхода корнеплодов сахарной свёклы с 1 га севооборота, то он оказался наибольшим именно в случае внесения за ротацию севооборота 12,5 т/га навоза + $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$ и составлял 13,2 т. В свою очередь внесение за ротацию севооборота 6,25 т навоза + $N_{56,2}P_{75,0}K_{56,2}$ и 12,5 т навоза + $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$ способствовало получению максимального выхода с 1 га севооборотной площади кормовых единиц и переваримого протеина – 8,92 и 8,87 т и 0,69 и 0,68 т соответственно.

Ключевые слова: система удобрений, плодосменный севооборот, сахарная свёкла, выход зерна, кормовые единицы, переваримый протеин, сбор сахара.

Вступ

Буряківництво в нашій країні завжди було, є і залишиться провідною галуззю сільськогосподарського виробництва, що забезпечує не тільки переробну промисловість сировиною, але й створює сотні тисяч робочих місць у державі [8]. Культура цукрових буряків у світовому землеробстві, як стверджує В. С. Бондар (2017), давно стала прибутковою [1]. І в нашій країні останніми роками завдяки впровадженню сучасних технологій вирощування, що передбачають застосування різних інноваційних методів та засобів виробництва, вітчизняні буряководи досягли значного збільшення врожайності культури (49,8 т/га 2018 року), цукристості коренеплодів, виходу цукру з розрахунку на 1 га посіву [20].

Важливою передумовою підвищення врожайності всіх польових культур, зокрема й цукрових буряків, як вважає Я. П. Цвей (2004), є обґрунтоване їхнє чергування в сівозміні [11]. Специалізація й концентрація сільськогосподарського виробництва на базі інтенсифікації і впровадження різних інновацій спричиняє необхідність уведення й освоєння спеціалізованих сівозмін, максимального насичення їх провідними культурами. Головним за таких умов є продуктивність цих сівозмін і питання, пов'язані з балансом органічної речовини, вмістом та балансом поживних речовин у ґрунті [17].

О. Циліурік та Л. Десятник (2016) вважають, що вирощування польових культур у сівозмінах позитивно впливає на регулювання поживного і водного режимів (за рахунок більш економного використання продуктивної вологи), запобігає явищам ґрунтовогоми, регулює фітосанітарний стан посівів, знижує рівень розвитку хвороб і шкідників, а також сприяє раціональному використанню біокліматичного потенціалу регіону [14].

Дослідження численних науковців свідчать, що в інтенсивному землеробстві врожайність сільськогосподарських культур залежить не тільки від науково обґрунтованого чергування культур у сівозміні, але й від правильно складеної системи удобрення культур, яка здатна забезпечити від 30 до 60 % урожаю сільськогосподарської культури [10]. Причому добрива, що застосовуються під певну культуру, як зауважують науковці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН та Полтавської державної аграрної академії (2018), здатні впливати на продуктивність та якість урожаю наступних культур. До того ж достатнє їх забезпечення елементами мінерального живлення може посилити стійкість рослин відповідних культур до різних несприятливих факторів зовнішнього середовища [13].

Сьогодні роль збалансованого живлення у правильно підібраній системі удобрення сільськогосподарської культури набуває першочергового значення [16]. Добре організувавши цей компонент технології, можна підвищити здатність рослин культури опиратися негативному впливу різних чинників зовнішнього середовища, зокрема й патогенних мікроорганізмів і, як наслідок, – зекономити кошти на їхньому захисті [12].

У рослинах цукрових буряків виявлено близько 76 елементів і незалежно від їхнього вмісту в рослинному організмі, кожний із них має специфічне, притаманне виключно йому значення, і не може бути замінений іншим. Водночас важливо знати специфічну дію основних елементів живлення й оптимальні умови для надходження їх у рослини [3]. Наприклад, азот входить до складу органічних сполук і є своєрідним «будівельним матеріалом» у рослині [19]. Фосфор забезпечує енергетичну життєдіяльність рослини [10]. Калій, який перебуває в рослині у вигляді позитивно зарядженого іону металу, активно впливає на процеси поглинання води, переміщення цукрів, перетворення енергії, має велике значення для ростових процесів, фотосинтезу, утворення і переміщення вуглеводів, підвищує ефективність використання азоту і фосфору в рослині [18].

Внесення добрив є найважливішим засобом збагачення ґрунту поживними речовинами для задоволення потреби цукрових буряків в елементах мінерального живлення [7].

Від застосування мінеральних і органічних добрив, вважають О. М. Хильницький, Н. К. Шиманська та Г. М. Мазур (2004), покращується поживний режим ґрунту, що стимулює ріст і розвиток цукрових буряків, та підвищується вихід цукру із 1 га посівної площі. У варіанті, де застосовували $N_{90}P_{110}K_{130}$, врожай цукрових буряків підвищувався на 9,1 т/га, збір цукру – на 1,31 т/га порівняно з неудобреним варіантом [9].

Внесення добрив у науково обґрунтованих нормах сприяє підвищенню загальної продуктивності сівозміни на 8–9 % [6], і вона може зростати навіть на 36–48 % [15]. На чорноземах типових слабкосолонцюватих від систематичного внесення добрив у сівозміні її продуктивність за умови мінеральної системи удобрення підвищилася на 17 %, а за органо-мінеральної – на 24 % [4], на вилугуваному чорноземі продуктивність сівозміни з бобовими культурами була вищою на 0,90 т/га порівняно із сі-

возміною, де бобові культури не вирощували, на фоні органо-мінеральної системи удобрення продуктивність сівозміни була вищою на 0,39 т/га [11].

Отже, внесення добрив під цукрові буряки й інші культури підвищує врожайність буряків, забезпечує збільшення загальної продуктивності сівозміни. Проте дослідних даних щодо впливу системи удобрення цукрових буряків на загальну продуктивність короткоротаційної плодозмінної сівозміни в умовах зони недостатнього зволоження вкрай недостатньо. У цьому й полягає актуальність та практичне значення відповідних досліджень.

Мета досліджень – визначення впливу системи удобрення цукрових буряків на загальну продуктивність короткоротаційної плодозмінної сівозміни.

Завдання досліджень: 1. Дослідити вплив різних доз органічних та мінеральних добрив, що вносяться під цукрові буряки, на їхню продуктивність та технологічні якості коренеплодів. 2. Вивчити післядію різних систем удобрення, що застосовуються під час вирощування цукрових буряків, на вихід зерна та кормових одиниць у короткоротаційній плодозмінній сівозміні. 3. Дослідити і проаналізувати вихід перетравного протеїну і збору цукру із 1 га сівозмінної площі в умовах різних систем удобрення цукрових буряків.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили в умовах південно-східного Лісостепу України, у тривалому стаціонарному досліді Веселоподілської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України (Семенівський район, Полтавська область) упродовж 2006–2009 років. У результаті досліджень передбачалося встановити в короткоротаційній плодозмінній сівозміні вплив різних доз органічних і мінеральних добрив, що вносилися під цукрові буряки, на її загальну продуктивність.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий слабкосолонцюватий малогумусний середньосуглинковий, що характеризується такими агрохімічними показниками орного шару: рН сольової витяжки – 7,2–7,7; ємність поглинання коливається в межах 37–39 мг-екв. на 100 г ґрунту; гумус за Тюрнімом – 4,5–4,7 %, забезпеченість рухомим фосфором та обмінним калієм (за Мачигінімом) складає 50,9–64,5 і 143,2–153,2 мг/кг ґрунту відповідно.

Територія станції знаходиться в зоні недостатнього зволоження південно-східної частини лівобережного Лісостепу України, де середня багаторічна кількість опадів, за даними метеостанції Веселий Поділ, протягом року становить 511 мм, за вегетаційний період – 326 мм. Клімат – помірно-континентальний з недостатнім зволоженням. Середньобагаторічна середньорічна температура повітря складає +7,7 °С, сума активних температур (>+5 °С) – 2030 °С, сума ефективних температур (>+10 °С) – 1275 °С.

Агрометеорологічні умови в роки проведення досліджень характеризувалися деякими відхиленнями від середніх багаторічних показників, але загалом вони були сприятливими для вирощування цукрових буряків та інших польових культур сівозміни.

У досліджуваній короткоротаційній плодозмінній сівозміні чергування культур було таким: багаторічні трави (еспарцет + костриця лучна), пшениця озима, цукрові буряки, ячмінь з підсівом багаторічних трав.

Схема стаціонарного досліду включала таку систему удобрення цукрових буряків: варіант 9 – без добрив (контроль); варіант 7–25 т/га гною; варіант 10–25 т/га гною + N₉₀P₁₂₀K₉₀; варіант 11–25 т/га гною + N₁₃₅P₁₈₀K₁₃₅; варіант 12–50 т/га гною + N₉₀P₁₂₀K₉₀; варіант 8–25 т/га гною + N₁₈₀P₂₄₀K₁₈₀. Загалом система добрив у сівозміні забезпечувала на 1 га ріллі сівозміни 6,25 т гною (варіанти 7, 8, 10, 11) і 12,5 т гною (варіант 12). До того ж у цих варіантах ще вносили мінеральні добрива з такого розрахунку на 1 га ріллі сівозміни: у варіанті 7 – N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2} кг; у варіанті 8 – N_{56,2}P_{75,0}K_{56,2} кг; у варіанті 10 – N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8} кг; у варіанті 11 – N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0} кг; у варіанті 12 – N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8} кг; під озиму пшеницю застосовували N₄₅P₆₀K₄₅. У варіанті 9 культури в сівозміні вирощували без добрив (контроль).

Сівозміна стаціонарного досліду розміщена на чотирьох полях; площа посівної ділянки – 182 м², облікової – 61 м². Повторення в досліді – чотириразове; розміщення ділянок – систематичне. Варто зазначити, що шість варіантів короткоротаційної плодозмінної сівозміни відрізнялися між собою лише різними дозами внесення органічних і мінеральних добрив під цукрові буряки; чергування культур та способи основного обробітку ґрунту в усіх варіантах були однаковими.

Технологія вирощування культур у сівозміні досліду – загальноприйнята для умов зони недостат-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

нього зволоження. На дослідних ділянках вирощували гібрид цукрових буряків Іванівсько-Веселоподільський ЧС-84. Дослідження проводили відповідно до методики польового досліді [2] і виконували згідно з методиками проведення досліджень у буряківництві [5].

Результати досліджень та їх обговорення

Результати проведених нами чотирирічних досліджень свідчать, що продуктивність короткоротаційної плодозмінної сівозміни змінюється залежно від систем удобрення цукрових буряків та інших культур за всю ротацію цієї сівозміни. Наприклад, найнижчий вихід зерна з 1 га сівозмінної площі одержали на варіанті без добрив, що слугував контролем, – лише 1,96 т/га (табл.).

Продуктивність короткоротаційної плодозмінної сівозміни залежно від системи удобрення (в середньому за 2006–2009 рр.), т/га

Вихід з 1 га сіво- змінної площі	Варіанти дослідіу						НІР ₀₅
	9	7	10	11	12	8	
	Система добрив за ротацію сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі						
	без добрив (кон- троль)	6,25 т гною + N _{11,2} P _{15,0} K _{11,2}	6,25 т гною + N _{33,8} P _{45,0} K _{33,8}	6,25 т гною + N _{45,0} P _{60,0} K _{45,0}	12,5 т гною + N _{33,8} P _{45,0} K _{33,8}	6,25 т гною + N _{56,2} P _{75,0} K _{56,2}	
зерна	1,96	2,36	2,27	2,48	2,31	2,33	0,11
коренепло- дів буряків	8,42	11,65	12,65	12,00	13,20	13,00	0,18
збору цукру	1,43	2,07	2,22	2,10	2,20	2,18	0,07
кормових одиниць	6,66	8,43	8,66	8,68	8,87	8,92	0,16
перетрав- ного протеїну	0,54	0,66	0,67	0,66	0,68	0,69	0,01
зернових одиниць	3,92	4,72	4,54	4,97	4,62	4,66	0,21

Застосування під цукрові буряки та інші культури за ротацію сівозміни на 1 га ріллі 6,25 т гною + N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2} (варіант 7) сприяло зростанню виходу зерна з 1 га сівозмінної площі до рівня 2,36 т/га.

До того ж наші дослідні дані також показали, що за внесення під цукрові буряки та інші культури за ротацію сівозміни із розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0} (варіант 11) було отримано найвищий вихід зерна з 1 га сівозмінної площі – 2,48 т.

Інші системи удобрення (варіанти 10, 12 і 8) виявили менший за значимістю вплив на відповідний показник. Середній за роки досліджень вихід зерна з 1 га сівозмінної площі на цих варіантах становив 2,27; 2,31 і 2,33 т/га відповідно.

Вихід коренеплодів цукрових буряків з 1 га сівозмінної площі за внесення під культури за ротацію сівозміни на 1 га ріллі 6,25 т гною + N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2} (варіант 7) і 6,25 т гною + N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0} (варіант 11) становив 11,65 і 12,0 т відповідно (табл. 1). Застосування за ротацію сівозміни 12,5 т/га гною + N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8} (варіант 12) сприяло підвищенню виходу коренеплодів з 1 га сівозмінної площі до рівня 13,2 т, що виявилось максимальним за роки проведення відповідних досліджень. На контролі, на ділянках якого не вносили добрив (варіант 9), отримано найнижчий вихід коренеплодів цукрових буряків – усього 8,42 т з 1 га сівозмінної площі.

За умови внесення за ротацію сівозміни 6,25 т гною + N_{56,2}P_{75,0}K_{56,2} (варіант 8) і 6,25 т гною + N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8} (варіант 10) та 12,5 т гною + N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8} (варіант 12) збір цукру виявився майже однаковим – 2,18; 2,22 і 2,20 т/га відповідно. Дещо меншим цей показник був на варіантах 7 (6,25 т гною + N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2}) і 11 (6,25 т гною + N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0}) – 2,07 і 2,1 т/га відповідно. Отже, системи удобрення, що використовуються на варіантах 8, 10 та 12, сприяють значному підвищенню виходу збору цукру з 1 га сівозмінної площі порівняно із бездобривним контролем (варіант 9), де отримали всього 1,43 т/га збір цукру.

Внесення за ротацію сівозміни 6,25 т гною + N_{56,2}P_{75,0}K_{56,2} (варіант 8) і 12,5 т гною + N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}

(варіант 12) забезпечило найвищий вихід з 1 га сівозмінної площі кормових одиниць та перетравного протеїну – 8,92 і 8,87 т та 0,69 і 0,68 т відповідно. За умови інших доз добрив спостерігали незначне зниження виходу кормових одиниць і перетравного протеїну з 1 га сівозмінної площі. Так, наприклад, варіант 10 і варіант 11 мали майже однаковий вихід кормових одиниць із 1 га сівозмінної площі – 8,66 і 8,68 т відповідно. Однаковий вихід перетравного протеїну виявився на варіантах 7 (6,25 т гною + $N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2}$) і 11 (6,25 т гною + $N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0}$) – по 0,66 т/га. На контролі, де не вносили добрив (варіант 9), отримали найнижчий вихід з 1 га сівозмінної площі кормових одиниць і перетравного протеїну – 6,66 і 0,54 т відповідно.

Щодо виходу зернових одиниць із 1 га сівозмінної площі, то тут очевидним і передбачуваним виявилось мінімальне значення відповідного показника на бездобривному варіанті (варіант 9) – 3,92 т/га. Внесення за ротацію сівозміни 6,25 т гною + $N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0}$ (варіант 11) забезпечило максимальний вихід зернових одиниць за роки досліджень – 4,97 т/га. Застосування інших доз добрив призвело до зменшення виходу зернових одиниць із кожного гектара ріллі до рівня 4,54–4,72 т/га. Саме тому варіант, де застосовували за ротацію сівозміни під цукрові буряки та інші культури на 1 га ріллі 6,25 т гною + $N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0}$, виявився лідером щодо найбільшого виходу зернових одиниць із 1 га сівозмінної площі.

Отже, проведені нами чотирирічні дослідження щодо визначення впливу системи удобрення цукрових буряків на загальну продуктивність короткоротаційної плодозмінної сівозміни вказують на те, що застосування органо-мінеральної системи удобрення відповідної культури, навіть у зоні недостатнього зволоження, є важливим агрозаходом, здатним суттєво збільшити вихід рослинницької продукції із 1 гектара сівозмінної площі. Це узгоджується із дослідженнями цілої низки науковців, зокрема таких як Г. М. Миколайчук (1971), В. П. Кирилюк (2016), Я. П. Цвей (2004) та О. Циліорик і Л. Десятник (2016) [6, 3, 11, 14]. Проте, частина цих дослідників акцентує увагу у своїх роботах на підвищенні саме родючості ґрунтів полів сівозміни від застосування органічних та мінеральних добрив під цукрові буряки. Інша частина наголошує на поліпшенні виключно агрофізичних властивостей ґрунту. Ще одні науковці роблять наголос на зростанні продуктивності виключно цукрових буряків. Але наші дослідження висвітлюють комплексний вплив різних норм внесення органічних і мінеральних добрив під цукрові буряки на вихід зерна, коренеплодів, кормових одиниць, перетравного протеїну, зернових одиниць і збір цукру із 1 га сівозмінної площі. До того ж, певна унікальність цих досліджень полягає в тому, що вони виконані в умовах зони недостатнього зволоження.

Висновки

У короткоротаційній плодозмінній сівозміні внесення під цукрові буряки та інші культури за ротацію сівозміни на 1 га ріллі 6,25 т гною + $N_{56,2}P_{75,0}K_{56,2}$, 6,25 т гною + $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$ і 12,5 т гною + $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$ сприяло отриманню майже однакового збору цукру – 2,18; 2,22 і 2,20 т відповідно. Застосування за ротацію сівозміни на 1 га ріллі 6,25 т гною + $N_{56,2}P_{75,0}K_{56,2}$ і 12,5 т гною + $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$ забезпечило найбільший вихід з 1 га сівозмінної площі кормових одиниць та перетравного протеїну – 8,92 і 8,87 т та 0,69 і 0,68 т відповідно. Максимальний вихід зернових одиниць з 1 га плодозмінної сівозміни – 4,97 т/га – отримали за умови внесення під цукрові буряки та інші культури протягом ротації сівозміни на 1 га ріллі 6,25 т гною + $N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0}$.

References

1. Bondar, V. S. (2017). Tendentsii i perspektivy tsukrovoho rynku Ukrainy (Do pidsumkiv roboty haluzi v 2016 r.). *Tsukrovi Buriaky*, 1 (113), 4–5 [In Ukrainian].
2. Dospehov, B. A. (1979). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy: monografiya*. Moskva: Kolos [In Russian].
3. Kyryliuk, V. P. (2016). Vplyv obrobittu ґрунту ta udobrennia na zaburianenist piatypilnoi sivozminy. *Tsukrovi Buriaky*, 2 (110), 15–17 [In Ukrainian].
4. Martinovich, N. N., & Martinovich, L. I. (1985). Vliyanie sistemacheskogo primeneniya udobrenij na produktivnost sveklovichnogo sevooborota. *Agrokhimiya*, 8, 57–69 [In Russian].
5. Roik, M. V., Hizbullin, N. H., Sinchenko, V. M., & Prisyazhnyk, O. I. (2014). *Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi*. M. V. Roika & N. H. Hizbullina (Ed.). Kyiv: FOP Korzun D. Iu. [In Ukrainian].
6. Nikolajchuk, G. M. (1971). Zavisimost produktivnosti sevooborota ot sposoba udobreniya saharnoj

svekly. *Himiya v Selskom Hozyajstve*, 8, 14–15 [In Russian].

7. Petrov, V. A., & Zubenko, V. F. (1981). *Sveklodstvo: uchebniki i ucheb. posobiya dlya vyssh. selskohozyajstvennykh ucheb. zavedenij*. Moskva: Kolos [In Russian].

8. Sinchenko, V. M., & Pyrkin, V. I. (2018). Stratehiia rozvytku haluzi buriakivnytstva v Ukraini. *Tsukrovi Buriaky*, 1 (117), 4–7 [In Ukrainian].

9. Khylnytskyi, O. M., & Shymanska, N. K. (2004). Dobryva ta produktyvnist tsukrovykh buriakiv. *Tsukrovi Buriaky*, 2, 10–11 [In Ukrainian].

10. Tsvei, Ya. P., Tyshchenko, M. V., Herasymenko, Yu. P., Filonenko, S. V., & Liashenko, V. V. (2018). Obrobitok gruntu, dobryva ta produktyvnist tsukrovykh buriakiv. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 42–47. doi: 10.31210/visnyk2018.01.06 [In Ukrainian].

11. Tsvei, Ya. P. (2004). Produktyvnist zerno-buriakovoї sivozminy. *Zbirnyk Naukovykh Prats Instytutu Zemlerobstva Ukrainiskoi Akademii Ahrarnykh Nauk*, 2–3, 19–23 [In Ukrainian].

12. Tsvei, Ya. P., Tyshchenko, M. V., Filonenko, S. V., & Liashenko, V. V. (2018). Urazhennia tsukrovykh buriakiv tserkosporozom u korotkorotatsiinii plodozminnii sivozmini za riznykh doz dobryv pid kulturu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 35–39. doi: 10.31210/visnyk2018.02.05 [In Ukrainian].

13. Tsvei, Ya. P., Tyshchenko, M. V., Filonenko, S. V., & Liashenko, V. V. (2018). Formuvannia pozhyvnoho rezhymu gruntu v poli tsukrovykh buriakiv zalezhno vid yikh udobrennia v korotkorotatsiinii plodozminnii sivozmini. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (4), 43–50. doi: 10.31210/visnyk2018.04.06 [In Ukrainian].

14. Tsyliuryk, O. & Desiatnyk, L. (2006). Produktyvnist naukovo obgruntovanykh sivozmin Stepu. *Ahrobiznes Sohodni*. Retrieved from: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1225-produktyvnist-naukovo-obgruntovanykh-sivozmin-stepu.html> [In Ukrainian].

15. Yakimenko, V. N., & Teselko, V. L. (1984). Produktivnost kultur zernosveklovichnogo sevooborota pri raznykh normah udobrenij v Centralnoj Lesostepi USSR. *Agrohimiya*, 6, 24–31 [In Russian].

16. Koch, H.-J., Dieckmann, J., Büchse, A., & Märlander, B. (2009). Yield decrease in sugar beet caused by reduced tillage and direct drilling. *European Journal of Agronomy*, 30 (2), 101–109. doi: 10.1016/j.eja.2008.08.001.

17. Götze, P., Rücknagel, J., Wensch-Dorendorf, M., Märlander, B., & Christen, O. (2017). Crop rotation effects on yield, technological quality and yield stability of sugar beet after 45 trial years. *European Journal of Agronomy*, 82, 50–59. doi: 10.1016/j.eja.2016.10.003.

18. Niari, S. M., Seyyed, M. R., Mousavi, M., & Nazari, M. (2012). Effect of Different Tillage Methods on Yield and Quality of Sugar Beet. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 12 (6), 859–863. doi: 10.5829/idosi.mejsr.2012.12.6.171212.

19. Tsialtas, J. T., & Maslaris, N. (2005). Effect of N Fertilization Rate on Sugar Yield and Non-Sugar Impurities of Sugar Beets (*Beta vulgaris*) Grown Under Mediterranean Conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191 (5), 330–339. doi: 10.1111/j.1439-037X.2005.00161.x.

20. Tsvei, Ya. P., Prysiashniuk, O. I., Bondar, S. O., & Senchuk, S. M. (2019). Technological qualities of sugar beet root crops depending on fertilization and crop rotation. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15 (1), 1, 99–104. doi: 10.21498/2518-1017.15.1.2019.162492.

Стаття надійшла до редакції 14.06.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Тищенко М. В., Філоненко С. В. Вплив системи удобрення цукрових буряків на продуктивність короткоротатійної плодозмінної сівозміни. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 11–17.

© Тищенко Микола Володимирович, Філоненко Сергій Васильович, 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 : 631.5 : 631.461.61 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.02

THE YIELD OF WINTER WHEAT DEPENDING ON ITS FORE-CROP AND STUBBLE BIO-DESTRUCTOR

A. V. Panfilova,

ORCID ID: [0000-0003-0006-4090](https://orcid.org/0000-0003-0006-4090), E-mail: panfilovaantonina@ukr.net,

V. V. Gamayunova,

ORCID ID: [0000-0002-4151-0299](https://orcid.org/0000-0002-4151-0299), E-mail: gamajunova2301@gmail.com,

A. V. Drobitko,

ORCID ID: [0000-0002-6492-4558](https://orcid.org/0000-0002-6492-4558), E-mail: decagroteh@ukr.net,

Mykolaiv National Agrarian University, 9, Georgiya Gongadze str., Mykolaiv, 54020, Ukraine

The article is devoted to increasing the yield of winter wheat by means of fore-crop choosing and using stubble bio-destructor by improving the nutrient soil regime and activating its microbiological activity. The experimental studies were conducted during 2011–2016 on the experimental field of Mykolaiv National Agrarian University. The object of the research was Kolchuha winter wheat variety. The technology of its cultivation, except for the studied factors, was generally accepted as to the existing zonal recommendations for the southern steppe of Ukraine. The scheme of the experiment included the following variants: A factor – fore-crop: 1. spring barley; 2. pea. B factor – the treatment of crop residues: 1. water treatment as control; 2. treatment of stubble with bio-destructor (produced by the private enterprise “BTU-center”, Ukraine). After harvesting the spring barley and pea fore-crops the post-harvest residues of these crops were treated with the stubble bio-destructor (produced by the private enterprise “BTU-center”, Ukraine) at the dose of 2 liters of the bio-preparation and adding 3.0 kg of ammonium nitrate with the spray solution of 300 liters per 1 ha, after which the residues were disked by the heavy disk harrow BDT-7 to the depth of 10–12 cm. It should be noted that the gross content of basic nutrients in the plant residues depends significantly on the biological characteristics of crops and their yields. It was determined in our studies that on the average during the years of the research and according to the factor of treating post-harvest residues with the bio-destructor, after spring barley the soil contained 11.2 mg/kg of nitrates, 52.2 mg/kg of mobile phosphorus and 238.5 mg/kg of exchangeable potassium, which is respectively by 13.8; 11.8 and 14.2 % less than in the soil while cultivating winter wheat after pea. The experiments, conducted by us, showed that the number of nitrogen fixing agents in the soil increased under the action of treating crop residues of spring barley and pea with the stubble bio-destructor. Thus, in the variants without using the bio-preparation in the 0–10 cm experimental soil layer there were from $24.9 \cdot 10^6$ up to $32.5 \cdot 10^6$ pcs of nitrogen-fixing bacteria per 1 g of the soil, and in the layer of 10–20 cm there were from $21.8 \cdot 10^6$ up to $30.7 \cdot 10^6$ pcs / 1 g soil, which was respectively by $13.4 \cdot 10^6$ – $14.1 \cdot 10^6$ and $14.0 \cdot 10^6$ – $14.2 \cdot 10^6$ pcs / 1 g soil less or about 30.3 up to 35.0 and 31.6–39.1 % less as compared with their number in the soil variants when using stubble bio-destructor. It should be noted that using pea as the fore-crop of winter wheat provides a slightly greater number of nitrogen fixing agents as compared with spring barley in the soil layer of 0–10 cm by 7.6 up to $8.3 \cdot 10^6$ pcs / 1 g of soil or from 17.8 up to 23.4 %, and in the layer of 10–20 cm, the number of nitrogen fixing agents increased from 8.9 up to $9.1 \cdot 10^6$ pcs / 1 g of soil or 20.3 up to 29.0 % depending on the treatment of crop residues. As a result of the studies it was established that both during separate years of cultivation, and five years on the average, the grain yield of winter wheat was higher after its cultivation after pea.

After spring barley it was from 1.19 up to 1.41 t/ha or 39.6–41.2 % lower depending on the variant of stubble bio-destructor application. The yield of winter wheat naturally grew in case of treating the fore-crop post-harvest residues with the bio-preparation. So, on average, during the years of the research, while culti-

vating winter wheat after spring barley and using the stubble bio-destructor the grain yield increased by 0.45 t/ha or 20.9 %, and after peas the grain yield increased by 0.67 t/ha or 18.8 % as compared with the variant of treating stubble only with water.

Key words: winter wheat, stubble bio-destructor, soil, nutrients, nitrogen fixing agents.

УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКА ТА БІОДЕСТРУКТОРА СТЕРНІ

А. В. Панфілова, В. В. Гамаюнова, А. В. Дробітько,

Миколаївський національний аграрний університет, вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, 54020, Україна

Стаття присвячена дослідженню підвищення врожайності пшениці озимої шляхом добору попередників та застосування Біодеструктора стерні за рахунок покращення поживного режиму ґрунту та активізації його мікробіологічної діяльності. Експериментальні дослідження тривали впродовж 2011–2016 рр. на дослідному полі Миколаївського НАУ. Об'єктом досліджень була пшениця озима сорту Кольчуга. Технологія її вирощування, за винятком досліджуваних факторів, була загальноприйнятою відповідно до зональних рекомендацій для Південного Степу України. Схема досліду включала наступні варіанти: фактор А – культура попередник: 1. Ячмінь ярий; 2. Горох. Фактор В – обробка післяжнивних рештків: 1. Обробка водою – контроль; 2. Обробка Біодеструктором стерні (ПП «БТУ-Центр», Україна). Після збирання культур попередників – ячменю ярого та гороху, післяжнивні рештки цих культур обробляли Біодеструктором стерні (ПП «БТУ-центр», Україна) у дозі 2 літри біопрепарату з додаванням 3,0 кг аміачної селітри з витратою робочого розчину 300 літрів на 1 га, після чого проводили дискування рештків важкою дисковою бороною БДТ-7 на глибину 10–12 см. Варто зазначити, що валовий вміст у рослинних рештках основних елементів живлення значно залежить від біологічних особливостей культур і рівнів їхніх урожаїв. У процесі досліджень визначено, що в середньому за роки дослідів та по фактору обробки післяжнивних рештків біодеструктором, після ячменю ярого у ґрунті містилось 11,2 мг/кг ґрунту нітратів, 52,2 мг/кг рухомого фосфору та 238,5 мг/кг ґрунту обмінного калію, що відповідно на 13,8; 11,8 та 14,2 % менше, ніж у ґрунті варіанту розміщення пшениці озимої після гороху. Проведені нами дослідження свідчать, що кількість азот-фіксаторів у ґрунті зростала під дією обробки післяжнивних рештків ячменю ярого та гороху Біодеструктором стерні. Так, у варіантах без застосування біопрепарату у 0–10 см шарі ґрунту досліду налічувалося $24,9 \cdot 10^6$ – $32,5 \cdot 10^6$ шт. / 1 г ґрунту азот-фіксаторів, а у шарі 10–20 см – $21,8 \cdot 10^6$ – $30,7 \cdot 10^6$ шт. / 1 г ґрунту, що відповідно на $13,4 \cdot 10^6$ – $14,1 \cdot 10^6$ та $14,0 \cdot 10^6$ – $14,2 \cdot 10^6$ шт. / 1 г ґрунту або 30,3–35,0 та 31,6–39,1 % менше порівняно з їх кількістю у ґрунті варіантів із застосуванням Біодеструктора стерні. Необхідно зазначити, що використання гороху як культури-попередника під пшеницю озиму забезпечує децю більшу кількість азотфіксаторів порівняно з ячменем ярим – у шарі ґрунту 0–10 см на $7,6$ – $8,3 \cdot 10^6$ шт. / 1 г ґрунту або 17,8–23,4 %, а у шарі 10–20 см – на $8,9$ – $9,1 \cdot 10^6$ шт. / 1 г ґрунту або 20,3–29,0 % залежно від обробки післяжнивних рештків. Визначено, що як в окремі роки вирощування, так і в середньому за п'ять років, врожайність зерна пшениці озимої вищою формувалася за розміщення її по гороху. Після ячменю ярого вона була на 1,19–1,41 т/га або 39,6–41,2 % нижчою залежно від варіанту застосування Біодеструктора стерні. Урожайність пшениці озимої закономірно зростала за умови проведення обробки післяжнивних рештків попередників біопрепаратом. У середньому за роки дослідження у разі вирощування пшениці озимої після ячменю ярого і застосування Біодеструктора стерні урожайність зерна збільшилася на 0,45 т/га або на 20,9 %, а після гороху – на 0,67 т/га або 18,8 % порівняно з варіантом обробки стерні лише водою.

Ключові слова: пшениця озима, Біодеструктор стерні, ґрунт, елементи живлення, азотфіксатори.

УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И БИОДЕСТРУКТОРА СТЕРНИ

А. В. Панфилова, В. В. Гамаюнова, А. В. Дробитько,

Николаевский национальный аграрный университет, ул. Георгия Гонгадзе, 9, 54020, г. Николаев, Украина

Статья посвящена исследованию повышения урожайности пшеницы озимой путем подбора предшественников и применения Биодеструктора стерни за счет улучшения питательного режима почвы и активизации ее микробиологической деятельности. Экспериментальные исследования проводили в течение 2011–2016 гг. на опытном поле Николаевского НАУ. Объектом исследований была пшеница озимая сорта Кольчуга. Технология ее выращивания, за исключением исследуемых факторов, была общепринятой согласно существующим зональным рекомендациям для Южной Степи Украины. Схема опыта включала следующие варианты: фактор А – культура предшественник: 1. Ячмень яровый; 2. Горох. Фактор В – обработка пожнивных остатков: 1. Обработка водой – контроль; 2. Обработка Биодеструктором стерни (ЧП «БТУ-Центр», Украина). После уборки культур предшественников – ячменя ярового и гороха, пожнивные остатки этих культур обрабатывали Биодеструктором стерни (ЧП «БТУ-Центр», Украина) в дозе 2 литра биопрепарата с добавлением 3,0 кг аммиачной селитры с расходом рабочего раствора 300 литров на 1 га, после чего проводили дискование остатков тяжелой дисковой бороной БДТ-7 на глубину 10–12 см. Следует отметить, что валовое содержание в растительных остатках основных элементов питания в значительной степени зависит от биологических особенностей культур и уровней их урожая. Доказано, что в среднем за годы исследований и по фактору обработки пожнивных остатков биодеструктором, после ячменя ярового в почве содержалось 11,2 мг/кг нитратов, 52,2 мг/кг подвижного фосфора и 238,5 мг/кг обменного калия, что соответственно на 13,8; 11,8 и 14,2 % меньше, чем в почве варианта размещения озимой пшеницы после гороха. Результаты проведенных исследований доказывают, что количество азотфиксаторов в почве возрастало под действием обработки пожнивных остатков ячменя ярового и гороха Биодеструктором стерни. Так, в вариантах без применения биопрепарата в 0–10 см слое почвы опыта насчитывалось $24,9 \cdot 10^6$ – $32,5 \cdot 10^6$ шт./1 г почвы азотфиксаторов, а в слое 10–20 см – $21,8 \cdot 10^6$ – $30,7 \cdot 10^6$ шт./1 г почвы, что соответственно на $13,4 \cdot 10^6$ – $14,1 \cdot 10^6$ и $14,0 \cdot 10^6$ – $14,2 \cdot 10^6$ шт./1 г почвы или 30,3–35,0 и 31,6–39,1 % меньше по сравнению с их количеством в почве вариантов с применением Биодеструктора стерни. Следует отметить, что использование гороха как культуры – предшественника под пшеницу озимую обеспечивает несколько большее количество азотфиксаторов по сравнению с ячменем яровым – в слое почвы 0–10 см на $7,6$ – $8,3 \cdot 10^6$ шт./1 г почвы или 17,8–23,4 %, а в слое 10–20 см – на $8,9$ – $9,1 \cdot 10^6$ шт./1 г почвы или 20,3–29,0 % в зависимости от обработки пожнивных остатков. Исследования показывают, что как в отдельные годы выращивания, так и в среднем за пять лет, урожайность зерна пшеницы озимой была выше, если разместить ее за гороху. После ячменя ярового она была на 1,19–1,41 т/га или 39,6–41,2 % ниже в зависимости от варианта применения Биодеструктора стерни. Урожайность озимой пшеницы закономерно возрастала при проведении обработки пожнивных остатков предшественников биопрепаратом. Так, в среднем за годы исследования при выращивании пшеницы озимой после ячменя ярового и применения Биодеструктора стерни урожайность зерна увеличилась на 0,45 т/га или на 20,9 %, а после гороха – на 0,67 т/га или 18,8 % по сравнению с вариантом обработки стерни только водой.

Ключевые слова: пшеница озимая, Биодеструктор стерни, почва, элементы питания, азотфиксаторы.

Вступ

В Україні провідною галуззю сільського господарства є виробництво зерна, а основною зерною культурою – пшениця озима [1]. Потенційні можливості сучасних сортів цієї культури коливаються в межах 8–15 т/га, проте середня врожайність зерна в Україні становить 2,8–3,5 т/га. Завдання аграріїв полягає в істотному підвищенні врожайності і поліпшенні якості зерна пшениці озимої, зокрема і за допомогою використання біопрепаратів, що дасть змогу стабілізувати зерновиробництво цієї

культури [2, 3].

На функціонування цілісної системи «рослини – мікроорганізми – ґрунт» в агроєкосистемах значно впливають агротехнічні заходи, що передбачають внесення органічних і мінеральних добрив, обробіток ґрунту, захист рослин, меліорація земель тощо. Вони впливають на спрямованість потоків речовин та енергії, зокрема мікробіологічні процеси трансформації мінеральних і вуглецевомісних речовин, мінералізаційні та синтетичні процеси, що часто призводить до втрати цілісності системи та зміни закономірностей її функціонування [4, 5, 6]. Для ефективного використання біологічного потенціалу сортів і природно-кліматичних умов Південного Степу України важливого значення набуває розробка та впровадження у виробництво нових адаптивних, біологічних і сортових технологій вирощування зернових культур, власне, пшениці озимої. Їх важливою умовою є удосконалення сучасних і розробка нових технологічних заходів із застосуванням мікробних препаратів у поєднанні із зароблянням у ґрунт післяжнивних рештків для покращення його біологічного стану, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності вирощуваної продукції зернових культур, як-от пшениці озимої як на вітчизняному, так і зарубіжному ринках [7, 8].

На сучасному етапі розвитку землеробства актуальності набуває напрям досліджень мікробіологічних процесів ґрунту, де важливим компонентом біологічного колообігу речовин є ґрунтові мікроорганізми. Вивчення біологічної активності ґрунту дає змогу вченим більш розширено зрозуміти і виявити закономірності у процесах перетворення органічної речовини, враховуючи антропогенний вплив на ґрунт та його властивості [9]. Підвищення родючості ґрунтів у галузі зерновиробництва залежить не тільки від внесення органо-мінеральних компонентів та якості обробітку, але й від дотримання правил добору попередників та обробки їх післяжнивних рештків біодеструкторами [10, 11]. Трансформація мікроорганізмами свіжої органічної речовини в орних ґрунтах визначає такі процеси, як глобальний колообіг вуглецю, виробництво продовольства. Одним із доступних способів збільшення вмісту органічної речовини в ґрунті є раціональне використання післяжнивних залишків, зокрема соломи. Причиною недостатнього використання соломи вважають те, що вона довго розкладається, при цьому створюється дефіцит мінерального азоту в ґрунті, виділяються фітотоксичні сполуки, накопичуються фітопатогени. Тому широкого розповсюдження набуває використання біопрепаратів для прискорення розкладу післяжнивних рештків [12]. До того ж мікроорганізми під час свого розвитку виділяють речовини, які мають рістстимулюючі властивості і позитивно впливають на розвиток сільськогосподарських культур, на кореневій системі та в ризосфері яких вони існують. Тому активізація загальної чисельності мікрофлори позитивно впливає на ростові процеси рослин та їхню продуктивність [13]. Визначено також, що крім обробітку ґрунту, на біологічну активність його значно впливають сівозміни, культури-попередники та особливості технологій вирощування рослин. Із зростанням інтенсивності біохімічних процесів підвищується продуктивність сільськогосподарських культур, відбувається накопичення органічної речовини в ґрунті, покращуються його фізико-хімічні властивості та родючість [14, 15].

Сучасні умови аграрного виробництва потребують нових підходів господарювання, спрямованих на підвищення як економічної, так і біоенергетичної ефективності. Сільське господарство повинно орієнтуватися на зниження енергетичних витрат за рахунок розкриття внутрішнього біологічного потенціалу землекористування та ресурсозберігаючих технологій [16]. Саме тому одним із завдань наших досліджень стало підвищення продуктивності пшениці озимої за рахунок використання обробки післяжнивних рештків культур попередників (ячменю ярого та гороху) Біодеструктором стерні, що дозволить зменшити матеріальні та енергетичні затрати на вирощування культури.

Метою наших досліджень було підвищення врожайності пшениці озимої шляхом добору попередників та застосування Біодеструктора стерні через покращення поживного режиму ґрунту та активізації його мікробіологічної діяльності. *Завданням* досліджень полягало у встановленні впливу попередників та Біодеструктора стерні на вміст елементів живлення, кількість азотфіксаторів у ґрунті та урожайність зерна пшениці озимої в умовах Південного Степу України.

Матеріали і методи досліджень

Експериментальні дослідження тривали впродовж 2011–2016 рр. на дослідному полі Миколаївського НАУ. Об'єктом досліджень була пшениця озима сорту Кольчуга. Технологія її вирощування, за винятком досліджуваних факторів, була загальноприйнятою відповідно до зональних рекомендацій для Південного Степу України.

Схема досліджу включала наступні варіанти:

Фактор А – культура попередник:

1. Ячмінь ярий; 2. Горох.

Фактор В – обробка післяжнивних рештків:

1. Обробка водою – контроль; 2. Обробка Біодеструктором стерні (ПП «БТУ-Центр», Україна).

Після збирання культур-попередників – ячменю ярого та гороху, їхні післяжнивні рештки обробляли Біодеструктором стерні (ПП «БТУ-центр», Україна) у дозі 2 л біопрепарату з додаванням 3,0 кг аміачної селітри з витратою робочого розчину 300 л на 1 га, після чого проводили дискування рештків важкою дисковою бороною БДТ-7 (борода дискова важка) на глибину 10–12 см.

Зразки ґрунту для визначення чисельності азотфіксаторів, вмісту рухомих форм азоту, фосфору і калію у ґрунті відбирали перед обробкою післяжнивних залишків біодеструктором та через три місяці після цього, коли вже відбулася їхня часткова мінералізація. Дослідження і обліки проводили згідно із загальноприйнятими методиками та ДСТУ.

У процесі досліджень застосовували методику Державного сорто випробування сільськогосподарських культур [17]. Урожайність зерна пшениці озимої визначали методом суцільного комбайнування з усієї облікової ділянки (комбайн «Сампо-130»).

Статистичний аналіз експериментальних даних виконували за допомогою комп'ютерної програми Agrostat.

Результати досліджень та їх обговорення

Головним елементом будь-якого агроценозу є ґрунт, який і визначає його первинну продуктивність. Цінність ґрунту як основного засобу сільськогосподарського виробництва в окремій господарській інфраструктурі, визначається його родючістю, тобто спроможністю забезпечити потребу рослин у ґрунтових факторах їх росту та розвитку [18, 19]. Для нормального розвитку та формування врожайності рослинам пшениці озимої необхідний достатній рівень забезпеченості ґрунту елементами живлення, насамперед, сполуками азоту, фосфору та калію. Застосування Біодеструктору стерні сприяє вивільненню зазначених елементів живлення із післяжнивних рештків сільськогосподарських культур і збільшенню їх кількості у ґрунті. У середньому за роки досліджень, через три місяці після застосування біопрепарату у ґрунті було накопичено 12,6–13,8 мг/кг ґрунту нітратів, 53,8–61,3 мг/кг ґрунту рухомого фосфору та 253,0–287,0 мг/кг ґрунту обмінного калію залежно від попередника, що відповідно на 11,6–23,0; 5,9–7,0 та 6,3–11,5 % більше порівняно з варіантами без застосування біопрепарату (табл. 1).

1. Вплив Біодеструктора стерні на вміст NPK у 0–30 см шарі ґрунту, мг/кг ґрунту (середнє за 2011–2015 рр.)

Культура попередник	Застосування біодеструктора	Вміст, мг/кг ґрунту		
		NO ₃ ⁻	P ₂ O	K ₂ O
Ячмінь ярий	обробка водою	9,7	50,6	224,0
	з обробкою біопрепаратом	12,6	53,8	253,0
Горох	обробка водою	12,2	57,0	269,0
	з обробкою біопрепаратом	13,8	61,3	287,0

Варто зазначити, що валовий вміст у рослинних рештках основних елементів живлення значно залежить від біологічних особливостей культур і рівнів їхніх урожаїв. У процесі досліджень визначено, що в середньому за роки досліджень та по фактору обробки післяжнивних рештків біодеструктором після ячменю ярого у ґрунті містилось 11,2 мг/кг ґрунту нітратів, 52,2 мг/кг рухомого фосфору та 238,5 мг/кг ґрунту обмінного калію, що відповідно на 13,8; 11,8 та 14,2 % менше, ніж у ґрунті варіанту розміщення пшениці озимої після гороху.

Одним з найважливіших елементів мінерального живлення рослин є азот. Азот входить до складу білків, нуклеїнових кислот, ферментів, вітамінів, хлорофілів та інших сполук. Його сполуки відіграють визначальну роль у фізіологічній активності рослин. Забезпечення їх достатньою кількістю азоту покращує розвиток рослин і, відповідно, підвищує як продуктивність, так і якість отриманої продукції. У природних умовах головним джерелом поповнення ґрунту азотом є біологічна фіксація молекулярного азоту атмосфери [20, 21]. За умови інтенсивної технології вирощування сільськогосподар-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

ських культур повністю відновити витрати азоту можна тільки шляхом внесення добрив, але біологічну фіксацію азоту не варто залишати поза увагою. Адже відомо, що біологічно фіксований азот задовольняє потреби рослинництва у легкозасвоюваних формах цього елемента на 20–30 % [22]. Одним із заходів підвищення кількості азотфіксуючих мікроорганізмів у ґрунті є застосування біопрепаратів, зокрема і Біодеструктора стерні.

Проведені дослідження свідчать, що кількість азотфіксаторів у ґрунті зростала під впливом обробки післяжнивних рештків ячменю ярого та гороху Біодеструктором стерні (рис.).

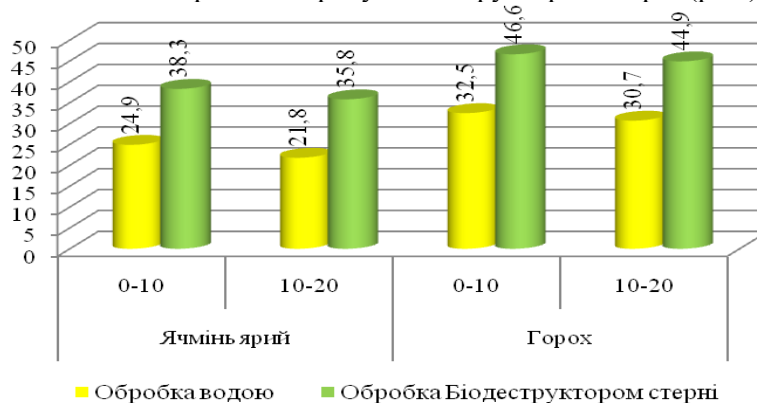


Рис. Вплив попередника та Біодеструктора стерні на кількість азотфіксаторів у ґрунті, 10⁶ шт. / 1 г ґрунту (середнє за 2011–2015 рр.)

У варіантах без застосування біопрепарату у 0–10 см шарі ґрунту досліджувано налічувалося $24,9 \cdot 10^6$ – $32,5 \cdot 10^6$ шт. / 1 г ґрунту азотфіксаторів, а в шарі 10–20 см – $21,8 \cdot 10^6$ – $30,7 \cdot 10^6$ шт. / 1 г ґрунту, що відповідно на $13,4 \cdot 10^6$ – $14,1 \cdot 10^6$ та $14,0 \cdot 10^6$ – $14,2 \cdot 10^6$ шт. / 1 г ґрунту або 30,3–35,0 та 31,6–39,1 % менше порівняно з їх кількістю у ґрунті варіантів із застосуванням Біодеструктора стерні.

Потрібно зазначити, що використання гороху як культури-попередника під пшеницю озиму забезпечує дещо більшу кількість азотфіксаторів порівняно з ячменем ярим – у шарі ґрунту 0–10 см на $7,6$ – $8,3 \cdot 10^6$ шт. / 1 г ґрунту або 17,8–23,4 %, а у шарі 10–20 см – на $8,9$ – $9,1 \cdot 10^6$ шт. / 1 г ґрунту або 20,3–29,0 % залежно від обробки післяжнивних рештків.

Як відомо, рослина, перебуваючи в гармонійних взаємовідносинах з активним комплексом ґрунтових мікроорганізмів, які є трофічним посередником між кореневою системою і ґрунтом, здатна більш повно реалізувати генетичний потенціал урожайності. Результати досліджень свідчать, що врожайність зерна пшениці озимої змінюється під впливом попередника, обробки його післяжнивних рештків біодеструктором та погодно- кліматичних умов року вирощування, зокрема забезпеченості рослин вологою впродовж вегетації. Найнижчою врожайність зерна пшениці озимої сформована у 2012 р. – 1,29 і 1,44 т/га після ячменю ярого та 1,71 і 1,96 т/га після гороху відповідно за умови обробки післяжнивних залишків водою та Біодеструктором стерні (табл. 2). Найвищою врожайність зерна пшениці озимої незалежно від досліджуваних факторів була сформована за сприятливих погодних умов вегетаційного періоду 2015 та 2016 рр.

Також встановлено, що як в окремі роки вирощування, так і в середньому за п'ять років, урожайність зерна пшениці озимої була вищою, якщо розмістити її після гороху. Після ячменю ярого вона була на 1,19–1,41 т/га або 39,6–41,2 % нижчою залежно від варіанту застосування Біодеструктора стерні.

2. Урожайність зерна пшениці озимої залежно від обробки пожнивних рештків попередників Біодеструктором стерні, т/га

Культура попередник	Застосування біодеструктора	Роки досліджень					Середнє за 2012–2016 рр.
		2012	2013	2014	2015	2016	
Ячмінь ярий	обробка водою	1,29	1,36	1,59	2,05	2,19	1,70
	з обробкою біопрепаратом	1,44	1,91	2,05	2,61	2,74	2,15
Горох	обробка водою	1,71	1,85	2,71	4,02	4,15	2,89
	з обробкою біопрепаратом	1,96	2,26	3,23	5,14	5,21	3,56
НІР 05, т/га		0,140	0,252	0,167	0,062	0,087	
		0,079	0,049	0,077	0,120	0,038	

Урожайність пшениці озимої закономірно зростала за умови проведення обробки післяжнивних рештків попередників біопрепаратом. У середньому за роки дослідження, якщо вирощували пшеницю озиму після ячменю ярого і застосовували Біодеструктор стерні, урожайність зерна збільшувалася на 0,45 т/га або на 20,9 %, а після гороху – на 0,67 т/га або 18,8 % порівняно з варіантом обробки стерні лише водою.

Висновки

За обробки післяжнивних решток ячменю ярого та гороху Біодеструктором стерні сумісно з додаванням аміачної селітри (у дозі 3,0 кг/га), у ґрунті дещо збільшується вміст рухомих макроелементів. У середньому за роки досліджень залежно від культури попередника вміст нітратів у ґрунті зріс на 11,6–23,0 %, рухомий фосфор – на 5,9–7,0 %, обмінний калій – на 6,3–11,5 % порівняно з ґрунтом без застосування біопрепарату. При цьому дещо більше поживних речовин у ґрунті утворюється за умови обробки післяжнивних решток гороху, що обумовлено біологічними особливостями культури. Кількість азотфіксаторів у 0–10 см шарі ґрунту зростала під дією обробки післяжнивних рештків ячменю ярого та гороху Біодеструктором стерні на $13,4\text{--}14,1 \cdot 10^6$ шт./1 г ґрунту або 30,3–35,0 %. У середньому за роки дослідження за умови вирощування пшениці озимої після ячменю ярого і застосування Біодеструктора стерні урожайність зерна підвищилася на 0,45 т/га або 20,9 %, а після гороху – на 0,67 т/га або на 18,8 % порівняно з варіантом обробки стерні лише водою.

Перспективи подальших досліджень. Вважаємо за доцільне дослідження у цьому напрямі впроваджувати за умови вирощування інших сільськогосподарських культур, а також продовжувати та поглиблювати у зв'язку з появою нових препаратів і зміною кліматичних і ґрунтових умов.

References

1. Hamayunova, V. V., & Panfilova, A. V. (2018). Vysota ta vrozhaynist zerna sortiv pshenytsi ozymoyi pid vplyvom optymizatsiyi zhyvlennya v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya «Roslynnystvo, Seleksiya i Nasinnytstvo, Plodoovochivnytstvo i Zberihannya»*, 2, 6–15 [in Ukrainian].
2. Hamayunova, V. V., & Lytovchenko, A. O. (2017). Reaktsiya sortiv pshenytsi ozymoi na faktory ta umovy vyroshchuvannya v zoni Stepu Ukrainy. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1, 43–52 [In Ukrainian].
3. Hrabovska, T. O., & Melnyk, H. H. (2017). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoyi za orhanichnoho vyrobnytstva. *Ahrobiolohiya*, 1, 80–85 [In Ukrainian].
4. Andreyuk, K. I., Iutynska, H. O., Antypchuk, A. F., Valagurova, O. V., Koziricka, V. Y. & Ponomarenko, S. P. (2001). *Funktsionuvannya mikrobnnykh tsenoziv gruntu v umovakh antropohennoho navantazhennya*. Kyiv: Oberehy [In Ukrainian].
5. Dar, D. H. (2009). *Soil Microbiology and Biochemistry*. New Delhi: New India Publishing agency.
6. Iutinskaya, G. A., Ponomarenko, S. P., & Andreyuk, E. I. (2010). *Bioregulyatsiya mikrobnorastitelnykh sistem: monografiya*. Kyiv: Nichlava [in Russian].
7. Petrychenko, V. F., Tykhonovych, I. A., Kots', S. Ya., Patika, M. V., Melnichuk, T. M. & Patika, V. P. (2012). Silskohospodarska mikrobiolohiya i zbalansovanyy rozvytok ahrosystem. *Visnyk Ahrarnoyi Nauky*, 8, 5–11 [In Ukrainian].
8. Derevyansky, V. P., Vlasyuk, O. S., & Malynovska, I. M. (2013). Efektyvnist biolohichnykh preparativ ta mikroelementiv u tekhnolohiyi vyroshchuvannya pshenytsi yaroyi. *Silskohospodarska Mikrobiolohiya*, 17, 111–118 [In Ukrainian].
9. Symochko, L. Yu. (2008). Biolohichna aktyvnist gruntu pryrodnykh ta antropohennykh ekosystem v umovakh nyzynnoyi chastyny Zakarpattya. *Naukovyy Visnyk Uzhhorodskoho Universytetu*, 22, 152–154 [In Ukrainian].
10. Boiko, P. I., Borodan, V. O., & Kovalenko, N. P. (2005). Ekolohichno zbalansovani sivozminy – osnova biolohichnoho zemlerobstva. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 2, 9–13 [In Ukrainian].
11. Hamayunova, V. V., Kovalenko, O. A., Panfilova, A. V., & Bolokhovskyy, V. V. (2011). Vplyv biodestruktora sterni na mikrobiolohichni pokaznyky gruntu pislya yachmenyu yaroho zalezchno vid system obrobittu gruntu ta udobrennya. *Zbirnyk Naukovykh Prats Vinnytskoho NAU*, 7 (47), 7–11 [in Ukrainian].
12. Orlova, O. V., Andronov, E. E., & Vorobyev, N. I. (2015). Sostav i funktsionirovaniye mikrobnogo soobshchestva pri razlozhenii solomy zlakovykh kultur v dernovo – podzolistoy pochve.

Selskokhozyaystvennaya Biologiya, 50 (3), 305–314 [in Russian].

13. Zabolotnyy, O. I., & Zabolotna, A. V. (2014). Mikrobiolohichna aktyvnist gruntu pry zastosuvanni herbitsydu Merlin. *Molodyy Vchenyy*, 2 (05), 16–20 [in Ukrainian].

14. Zinchenko, O. I. (Ed.). (2001). *Roslynnystvo*. Kyiv: Ahrarna osvita [in Ukrainian].

15. Iutynska, H. O. (2006). *Grunтова mikrobiolohiya*. Kyiv: Aristey [in Ukrainian].

16. Potapenko, L. V., Skachok, L. M., & Horbachenko, N. I. (2018). Ekonomichna ta enerhetychna efektyvnist system udobrennya silskohospodarskykh kultur za diyi mikrobnnykh preparativ u korotkorotatsiyniy sivozmini. *Silskohospodarska Mikrobiolohiya*, 28, 63–69 [in Ukrainian].

17. Volkodava, V. V. (Ed.). (2001). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Vypusk druhyi (zernovi, krupiani ta zernobobovi kultury)*. Kyiv: Alefa [in Ukrainian].

18. Zalizovskiy, V. S., Olkhovskiy, G. F., & Syryy, N. M. (1980). Deystviye mineralnykh udobreniy na urozhaynost ozimoy pshenitsy v usloviyakh levoberezhnoy Lesostepi USSR. *Agrokhiimiya*, 10, 53–58 [in Russian].

19. Barat, Yu. M. (2015). Urozhaynist pshenytsi ozymoyi zalezno vid vmistu elementiv zhyvlennya v grunti. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 4, 36–39. doi: 10.31210/visnyk2015.04.08 [in Ukrainian].

20. Fedak, L. I. (2009). Azotobakter v ahrofitotsenozi pshenytsi ozymoyi. *Ahroekolohichnyy Zhurnal*, 3, 93–94 [in Ukrainian].

21. Kots, S. Ya., Patyka, N. V., & Patyka, V. F. (2008). Mikrobiolohichna trasformatsiya azotu v gruntakh. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 62, 228–234 [in Ukrainian].

22. Myshustyn, E. N. & Shilnikova, V. N. (1968). *Biologicheskaya fiksatsiya atmosfernogo azota*. Moskva: Nauka [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 20.06.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Панфілова А. В., Гамаюнова В. В., Дробітько А. В. Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 18–25.

© Панфілова Антоніна Вікторівна, Гамаюнова Валентина Василівна,
Дробітько Антоніна Вікторівна, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



original article | UDC 633.11:631.8.022.3 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.03

THE EFFECTIVENESS OF THE METHODS OF USING HUMIC STIMULATORS IN THE TECHNOLOGY OF WINTER WHEAT CULTIVATION

M. M. Marenych,

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

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

The results of the economic efficiency of the methods of using humic stimulators as an element of winter wheat yield management are presented. Using humic stimulators in the mixture with disinfectants led to increasing yields and economic indices in the majority of variants. The analysis of the economic indices of using humates proves their efficiency in pre-sowing treatment of wheat seeds. Variety properties also indisputably influence economic indicators. In our experiment Smuhlianka variety turned out to be better adapted to cultivation conditions and gave higher yields and profitability of production – 117 versus 98.3 %. The yield increase as a result of using Maxym Star 025 FS disinfectant made 3.3 metric centners per hectare on the average for all the varieties, net profit was 1552 hryvnias higher as compared with the control. Using Radostym turned out to be less economically efficient, however, it was positive in comparison with the control. The variants, in which 1R Seed treatment (1.0 l/t) was used, were the most efficient. In case of using only this preparation the yield increase made almost 6 metric centners per hectare in comparison with the control variant, and the yield increase while its using together with disinfectant was 6.3 metric centners per hectare. Thus, despite the considerable price of 1R Seed treatment, in the given dose it is the best preparation for pre-sowing treatment of wheat seeds both in the complex with disinfectant and without it: the net profit as a result of using this preparation made 2480 hryvnias. Soil fertility activator 5R Soil Boost used in the amount of 11 kg/ha resulted in increasing wheat grain yield by 4.8 metric centners per hectare, however, in fact, the high enough price of the preparation levels its advantages for receiving net profit – it was almost the same as in the control variant, and profitability index was even 8.3 % lower. The highest economic efficiency was registered in the variant, in which only foliar application of 4R Foliar concentrate was used twice: 2 kg/ha in each case. The highest economic efficiency of using humates mixed with herbicides was observed in the variant in which the mixture of Prima (400 g/ha) and Foliar concentrate (2 kg/ha) was used. Adding 200 g/ha of Humifield to the herbicide solution resulted in the yield increase, and combining the mixture with Foliar concentrate (2 kg/ha) increased the yield by 6.4 metric centners per hectare. Correspondingly, the indices of the net profit were 2816 hryvnias and profitability – 15.5 % higher.

Keywords: winter wheat, varieties, pre-sowing treatment of seeds, foliar application, yield, profitability.

ЕФЕКТИВНІСТЬ СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ ГУМІНОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

М. М. Маренич,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Наведено результати економічної ефективності способів застосування гумінових стимуляторів як елемента управління урожайністю пшениці озимої. Застосування гумінових стимуляторів у сумішах з протруйниками переважно призводило до збільшення врожайних і економічних показників. Аналіз економічних показників використання гуматів свідчить про їхню ефективність для застосування при передпосівній обробці насіння пшениці. Сортіві властивості також мають незаперечний

вплив на економічні показники. У цьому досліді сорт Смуглянка виявився краще адаптованим до умов вирощування й забезпечив більшу врожайність та вищу рентабельність виробництва – 117 проти 98,3 %. Прибавка врожайності від використання протруйника Максим Стар 025 FS склала в середньому по всіх сортах 3,3 ц/га, чистий дохід був на 1522 грн більшим порівняно з контролем. Використання Радостиму виявилось менш ефективним з погляду господарювання, проте порівняно з контролем також було позитивним.

Найефективнішими були варіанти, де застосовували 1R Seed treatment (1,0 л/т). У разі використання лише цього препарату прибавка урожайності порівняно з контрольним варіантом склала майже 6 ц/га, а в комплексі з протруйником – 6,3 ц/га. Отже, незважаючи на значну вартість 1R Seed treatment, він у такій дозі є найкращим препаратом для передпосівної обробки насіння пшениці як у комплексі з протруйником, так і відокремлено – чистий дохід від використання цього препарату склав 2480 грн. Активатор родючості ґрунту 5R SoilBoost у кількості 11 кг/га сприяв збільшенню врожайності зерна пшениці на 4,8 ц/га, хоча досить висока вартість препарату фактично нівелює його переваги для отримання чистого доходу – він був майже однаковим з контрольним варіантом, а показник рентабельності був навіть на 8,3 % нижчим. Найбільша економічна ефективність зафіксована у варіанті, де використовувалося лише позакореневе внесення 4R Foliar concentrate у два прийоми по 2 кг/га. Найкращий економічний показник спостерігався за умови використання гуматів у сумішах з гербіцидами у варіанті, де застосовували суміш Пріма (400 г/га) та Foliar concentrate (2 кг/га). Додавання до розчину гербіциду 200 г/га Гуміфілду не призводило до збільшення врожайності, а комбінування суміші з Foliar concentrate (2 кг/га) збільшувало її на 6,4 ц/га. Відповідно до цього на 2816 грн вищими були показники чистого доходу та рентабельності – на 15,5 %.

Ключові слова: пшениця озима, сорти, передпосівна обробка насіння, позакореневе застосування, урожайність, рентабельність.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВЫХ СТИМУЛЯТОРОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ

Н. Н. Маренич,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, 36003, г. Полтава, Украина

Приведены результаты экономической эффективности способов применения гуминовых стимуляторов как элемента управления урожайностью озимой пшеницы. Применение гуминовых стимуляторов в смесях с протравителями в большинстве вариантов приводило к увеличению урожайных и экономических показателей. Анализ экономических показателей использования гуматов свидетельствует об их эффективности для применения при предпосевной обработке семян пшеницы. Наибольшую эффективность имели варианты, где был использован 1R Seed treatment (1,0 л/т). При использовании только этого препарата прибавка урожайности по сравнению с контрольным вариантом составила почти 6 ц/га, а в комплексе с протравителями – 6,3 ц/га. Таким образом, несмотря на значительную стоимость 1R Seed treatment, он в данной дозе является лучшим препаратом для предпосевной обработки семян пшеницы как в комплексе с протравителем, так и отдельно – чистый доход от использования этого препарата составил 2480 грн. Активатор плодородия почвы 5R SoilBoost в количестве 11 кг/га способствовал увеличению урожайности зерна пшеницы на 4,8 ц/га, хотя достаточно высокая стоимость препарата фактически нивелирует его преимущества для получения чистого дохода – он был почти одинаковым с контрольным вариантом, а показатель рентабельности был даже на 8,3 % ниже. Наибольшая экономическая эффективность отмечена в варианте, где использовалось только внекорневое внесение 4R Foliar concentrate в два приема по 2 кг/га. Наибольшую экономическую эффективность использования гуматов в смесях с гербицидами было зафиксировано в варианте, где использовалась смесь Прима (400 г/га) и Foliar concentrate (2 кг/га).

Ключевые слова: пшеница озимая, сорта, предпосевная обработка семян, внекорневое применение, урожайность, рентабельность.

Вступ

Основними факторами, які ефективно використовуються для збільшення врожайності є підбір сортів для вирощування, мінеральні добрива та захист рослин. Як правило, вони дають найшвидший і

найпомітніший візуальний ефект, який потім підтверджується економічними розрахунками та переконливою доцільністю у використанні. Гумінові стимулятори росту (гумати) можуть значно покращити ефективність будь-якого агротехнічного прийому, проте не мають такої вираженої прогнозованої дії, як у добрив [25], а витрати на досить дорогі препарати та їх застосування часто є стримуючим фактором [11].

Хоча використання органічних добрив має значно більшу ефективність, внесення гумінових активаторів у ґрунт істотно поліпшує його фізико-хімічні властивості [7, 8, 12, 21, 22, 23, 24]. Доведена значна ефективність використання гумінових стимуляторів для проростання насіння, що особливо важливо за стресових умов [5, 13, 14]. У результаті передпосівної обробки насіння гуматами покращується динаміка наростання кореневої маси, значно поліпшується процес формування фотосинтетичного апарату рослин, але, як зазначається, необхідно дотримуватися науково обґрунтованих норм застосування препаратів [9, 17, 18, 19, 20].

Для України ефективним є також позакореневе застосування гумінових стимуляторів, оскільки в зонах нестійкого та недостатнього зволоження оброблені рослини краще адаптуються до умов водного та температурного стресу – збільшується провідність продихів та покращується баланс надземної і кореневої частини рослин. До того ж також поліпшуються показники якості зерна [6, 9, 15, 16, 20]. Проте найбільшу ефективність гуматів та добрив можна досягти у разі їх комплексного застосування, тому в наукових публікаціях все частіше йдеться про доцільність створення комплексних органо-мінеральних добрив [10, 21].

Метою досліджень було встановити ефективність впровадження різних способів використання гумінових препаратів на урожайність і економічні показники вирощування пшениці озимої в умовах нестійкого зволоження. У завдання досліджень входило: визначення впливу передпосівної обробки насіння гуматами в сумішах з протруйниками; визначення впливу локального внесення гумінових препаратів у ґрунт та позакореневого застосування; визначення можливостей і ефективності використання бакових сумішей гуматів та гербіцидів у процесі догляду за посівами.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилися на виробничих посівах протягом 2014–2018 рр. у господарствах у північній, центральній й південній частині Полтавської області.

Дослід 1. Вивчення сортів Смуглянка та Славна після попередників соя та картопля з варіантами передпосівної обробки насіння. Схема досліду: 1) Венцедор 1,2 л/т + Командор екстра 0,6 л/т (контроль); 2) Гуміфілд 0,5 л/т; 3) 1R Seed treatment 1 л/т; 4) Венцедор 1,2 л/т + Командор екстра 0,6 л/т + 0,5 л/т Гуміфілд; 5) Венцедор 1,2 л/т + Командор екстра 0,6 л/т + 1R Seed treatment 1 л/т.

Дослід 2. Вивчалися сорти пшениці: Левада, Славна, Смуглянка. Схема досліду: 1) Контроль (без обробки); 2) Максим Стар 025 FS, 1,5 л/т; 3) Радостим, 0,25 л/т; 4) Лігногумат натрію 0,5 л/т; 5) Гуміфілд, 0,5 л/т; 6) 1R Seed treatment 1,0 л/т; 7) Максим Стар 025 FS, 1,5 л/т + Гуміфілд 0,5 л/т; 8) Максим Стар 025 FS, 1,5 л/т + 1R Seed treatment 1,0 л/т.

Дослід 3. Сорти пшениці Смуглянка, Славна вивчалися за схемою: 1) Контроль (200 кг/га селітри по мерзлоталому авіаметодом) – фон; 2) Фон + 5R SoilBoost 11 кг/га; 3) Фон + 2 кг/га + 2 кг/га 4R Foliar concentrate; 4) Фон + 11 кг/га 5R SoilBoost 2 кг/га + 2 кг/га 4R Foliar concentrate. Сорти пшениці Кубус, Мулан вивчалися за тією ж схемою з різницею, що як добриво використовували КАС в кількості 200 кг/га.

Дослід 4. Вивчення ефективності застосування бакових сумішей (2014–2018 рр.). Сорт пшениці Крижинка. Схема досліду: 1) Гранстар Про 20 г/га; 2) Гроділ Максї 100 г/га; 3) Прїма 400 г/га; 4) Трігер 25 г/га + Томїган 0,5 л/га; 5) Гранстар Про 20 г/га + Гуміфілд 200 г/га; 6) Гроділ Максї 100 г/га + Гуміфілд 200 г/га; 7) Прїма 400 г/га + Гуміфілд 200 г/га; 8) Трігер 25 г/га + Томїган 0,5 л/га + Гуміфілд 200 г/га; 9) Гранстар Про 20 г/га + Foliar concentrate 2 кг/га; 10) Гроділ Максї 100 г/га + Foliar concentrate 2 кг/га; 11) Прїма 400 г/л + Foliar concentrate 2 кг/га; 12) Трігер 25 г/га + Томїган 0,5 л/га + Foliar concentrate 2 кг/га.

Площа дослідної ділянки 0,32 га, повторність досліду трикратна, розміщення варіантів – рандомізоване [1].

Кліматичні умови місць проведення досліджень є типовими для лівобережного Лісостепу України. Добові й річні амплітуди температур у роки досліджень деколи мали істотні відхилення від середніх багаторічних. Кількість опадів розподїлялась нерівномїрно.

Результати досліджень та їх обговорення

Економічна ефективність виробництва зерна пшениці озимої – надзвичайно складна парадигма, що залежить далеко не завжди від збільшення врожайності чи, тим більше, поліпшення якості зерна. Рентабельність технології вирощування є поняттям досить відносним з погляду сучасної економіки й виробничники надають перевагу оцінці чистого доходу, тому в цій роботі увагу зосереджено загалом на останньому понятті. Незаперечною є економічна ефективність використання нових сортів пшениці озимої, тому основний акцент зроблено на оцінці прийомів технології вирощування.

Якість зерна пшениці для оцінки економічної ефективності в цій роботі не враховували, оскільки вона залежить у великій мірі від макроекономічних чинників, які нівелюють формування внутрішніх цін та ще й до того ж дослідження проводилися в період значного знецінення національної валюти та дисбалансу цін 2014–2015 рр.

Для розрахунку економічної ефективності брали до уваги історію цін на зерно філій ТОВ СП «НІБУЛОН», розташованих у Полтавській області, оскільки вони є найоптимальнішими для виробників.

Аналіз економічної ефективності виробництва зерна пшениці озимої свідчить, що вона фактично залежить від усіх факторів, які вивчалися у досліді. Кращі економічні показники отримали в разі розміщення пшениці після картоплі. Соя вважається в умовах нинішніх структур посівних площ далеко не найгіршим попередником, проте використання як попередника картоплі економічно доцільніше і її варто використовувати в господарствах, які мають галузь картоплярства в умовах нестійкого зволоження.

Середня врожайність обох сортів після сої становила 5,98 т/га, а після картоплі – 6,29 т/га, різниця між попередниками становила майже три центнери з гектара. Зважаючи на це, за умови фактично однакових затрат у разі прямої сівби чистий дохід після картоплі на посівах пшениці був на 167 грн з гектара більшим. Майже на 11 % був вищим і рівень рентабельності виробництва зерна.

Сортові властивості також мають незаперечний вплив на економічні показники. У цьому досліді сорт Смуглянка виявився краще адаптованим до умов вирощування й забезпечив більшу врожайність та вищу рентабельність виробництва – 117 % проти 98,3 % порівняно з сортом Славна, але й варіанти передпосівної обробки насіння також істотно вплинули на економічну ефективність досліді.

Застосування гумінових стимуляторів у сумішах з протруйниками лише у варіантах із сортом Славна мало фактично однакові або дещо менші економічні показники порівняно з контрольним варіантом, у якому були використані лише протруйники. Здебільшого з варіантів досліді додавання в суміші для обробки гуматів призводило до поліпшення врожайних і економічних показників. Найкращі характеристики для передпосівної обробки зерна має препарат *1R Seed treatment* в кількості 1 л/т насіння. Дещо нижчі показники рентабельності пов'язані з чималою ціною на цю речовину – 11,5 доларів США за 1 літр, проте чистий дохід від його використання порівняно з гуміфілдом був на 380 ... 703 грн/га більшим, незважаючи, що й норма використання була також удвічі більшою, а ціна майже в чотири рази вищою (табл. 1).

Серед сортів, що вивчалися у другому досліді, найбільша економічна ефективність зафіксована у сорту Смуглянка. Середня урожайність цього сорту склала 5,61 т/га, що майже на 5,5 ц/га більше від сортів Левада і Славна. З огляду на це, кращими були й показники рентабельності – 91,9 % проти 74 і 72 % в інших двох сортів (табл. 2).

Прибавка врожайності від використання протруйника Максим Стар 025 FS склала в середньому по всіх сортах склала 3,3 ц/га, чистий дохід був на 1522 грн більшим порівняно з контролем. Використання Радостиму виявилось менш ефективним з погляду на господарювання, проте порівняно з контролем також було позитивним.

Аналіз економічних показників використання гуматів свідчить про їхню ефективність для застосування при передпосівній обробці насіння пшениці. Найбільшу ефективність мали варіанти, де був використаний *1R Seed treatment* (1,0 л/т). У разі використання лише цього препарату прибавка урожайності порівняно з контрольним варіантом склала майже 6 ц/га, а в комплексі з протруйником – 6,3 ц/га. Отже, незважаючи на значну вартість *1R Seed treatment*, він у такій дозі є найкращим препаратом для передпосівної обробки насіння пшениці як у комплексі з протруйником, так і відокремлено – чистий дохід від використання цього препарату склав 2480 грн.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Вплив попередників, сортових властивостей та передпосівної обробки насіння на показники розвитку рослин та врожайність

Попередник	Варіант	Урожайність, т/га	Чистий дохід, грн	Рентабельність, %
Соя	Смуглянка			
	1. Венцедор 1,2 л/т + Командор екстра 0,6 л/т (контроль)	6,00	16592	105,8
	2. Гуміфілд 0,5 л/т; 3 – 1R Seed treatment 1 л/т	6,08	17186	110,7
	3. 1R Seed treatment 1 л/т	6,26	17580	109,2
	4. Венцедор 1,2 л/т + Командор екстра 0,6 л/т + 0,5 л/т гуміфілд	6,21	17639	111,9
	5. Венцедор 1,2 л/т + Командор екстра 0,6 л/т + 1R Seed treatment 1 л/т	6,39	18033	110,3
	Славна			
	1. Венцедор 1,2 л/т + Командор екстра 0,6 л/т (контроль)	5,54	14121	90
	2. Гуміфілд 0,5 л/т; 3 – 1R Seed treatment 1 л/т	5,48	13963	89,9
	3. 1R Seed treatment 1 л/т	5,68	14465	89,8
	4. Венцедор 1,2 л/т + Командор екстра 0,6 л/т + 0,5 л/т гуміфілд	5,89	15921	101
	5. Венцедор 1,2 л/т + Командор екстра 0,6 л/т + 1R Seed treatment 1 л/т	6,23	17173	105
Картопля	Смуглянка			
	1. Венцедор 1,2 л/т + Командор екстра 0,6 л/т (контроль)	6,44	18955	120,8
	2. Гуміфілд 0,5 л/т; 3 – 1R Seed treatment 1 л/т	6,50	19442	125,2
	3. 1R Seed treatment 1 л/т	6,63	19568	121,5
	4. Венцедор 1,2 л/т + Командор екстра 0,6 л/т + 0,5 л/т гуміфілд	6,70	20271	128,5
	5. Венцедор 1,2 л/т + Командор екстра 0,6 л/т + 1R Seed treatment 1 л/т	6,90	20773	127,1
	Славна			
	1. Венцедор 1,2 л/т+Командор екстра 0,6 л/т (контроль)	5,76	15303	97,6
	2. Гуміфілд 0,5 л/т; 3 – 1R Seed treatment 1 л/т	5,79	15629	100,7
	3. 1R Seed treatment 1 л/т	5,99	16130	100,2
	4. Венцедор 1,2 л/т+Командор екстра 0,6 л/т+0,5 л/т гуміфілд	5,99	16457	104,4
	5. Венцедор 1,2 л/т+Командор екстра 0,6 л/т + 1R Seed treatment 1л/т	6,22	17120	104,8

Менша ефективність Гуміфілду пояснюється його більшою вартістю порівняно з Лігногуматом.

Середня врожайність сорту пшениці Смуглянка була найбільшою порівняно з іншими сортами і становила 5,8 т/га (табл. 3). Рентабельність виробництва зерна склала майже 78 %, а чистий дохід становив 13642 грн. Середня урожайність сорту Славна за роки досліджень була на рівні 5,57 т/га, а чистий дохід – 12407 грн за умови рівня рентабельності виробництва зерна 70,9 %. Сорти Кубус і Мулан мали гірші економічні показники, що пояснюється з одного боку впливом попередника, яким для сортів Кубус і Мулан була кукурудза на зерно, сортовими адаптивними властивостями та меншою врожайністю – з іншого, що й призводить до зменшення чистого доходу, який не перевищував 10500 грн та рівня рентабельності не вище 54 %.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Економічна ефективність передпосівної обробки насіння

Варіант	Урожай- ність, т/га	Чистий дохід, грн	Рентабель- ність, %
Левада			
1. Контроль (без обробки)	4,68	9747	63,2
2. Максим Стар 025 FS, 1,5 л/т	5,17	12164	77,7
3. Радостим, 0,25 л/т	5,06	11711	75,5
4. Лігногумат натрію 0,5 л/т	5,02	11499	74,1
5. Гуміфілд, 0,5 л/т	5,00	11385	73,4
6. 1R Seed treatment 1,0 л/т	5,32	12531	77,9
7. Максим Стар 025 FS, 1,5 л/т + гуміфілд 0,5 л/т	5,12	11815	75,1
8. Максим Стар 025 FS, 1,5 л/т + 1R Seed treatment 1,0 л/т	5,37	12585	77,2
Славна			
1. Контроль (без обробки)	4,75	10123	65,6
2. Максим Стар 025 FS, 1,5 л/т	4,92	10821	69,2
3. Радостим, 0,25 л/т	4,80	10314	66,5
4. Лігногумат натрію 0,5 л/т	5,02	11499	74,1
5. Гуміфілд, 0,5 л/т	4,91	10902	70,3
6. 1R Seed treatment 1,0 л/т	5,33	12585	78,2
7. Максим Стар 025 FS, 1,5 л/т + гуміфілд 0,5 л/т	5,15	11976	76,1
8. Максим Стар 025 FS, 1,5 л/т + 1R Seed treatment 1,0 л/т	5,32	12316	75,5
Смуглянка			
1. Контроль (без обробки)	5,31	13131	85,1
2. Максим Стар 025 FS, 1,5 л/т	5,62	14581	93,2
3. Радостим, 0,25 л/т	5,50	14074	90,7
4. Лігногумат натрію 0,5 л/т	5,53	14238	91,8
5. Гуміфілд, 0,5 л/т	5,50	14071	90,7
6. 1R Seed treatment 1,0 л/т	5,84	15324	95,2
7. Максим Стар 025 FS, 1,5 л/т + гуміфілд 0,5 л/т	5,66	14716	93,5
8. Максим Стар 025 FS, 1,5 л/т + 1R Seed treatment 1,0 л/т	5,92	15539	95,3

Що стосується економічної ефективності позакореневого застосування стимуляторів гумінового походження, то вони цілком обґрунтовано можуть використовуватися для збільшення врожайності. Зокрема активатор родючості ґрунту 5R SoilBoost у кількості 11 кг/га сприяв збільшенню врожайності зерна пшениці на 4,8 ц/га, хоча досить висока вартість препарату фактично нівелює його переваги для отримання чистого доходу – він був майже однаковим з контрольним варіантом, а показник рентабельності був навіть на 8,3 % нижчим. Використання цього препарату на ґрунтах, які характеризуються невисокими показниками родючості може мати значно більший економічний ефект.

Ця особливість активатора ґрунту вплинула й на економічні показники технології вирощування у варіантах дослідів, де використовувалося позакореневе внесення іншого стимулятора – 4R Foliar concentrate. Безумовно, що в четвертому варіанті дослідів економічні показники були значно кращими порівняно з контрольним варіантом, незалежно від того, у якій формі вносилося азотне добриво – аміачна селітра чи карбамідно-аміачна суміш. Незважаючи на те, що рентабельність виробництва становила лише 60,4 % в середньому по фактору (що на майже на 3 % менше порівняно з контролем), показник чистого доходу зріс на 1878 грн.

Найбільша економічна ефективність відмічена у третьому варіанті дослідів, де використовувалося лише позакореневе внесення 4R Foliar concentrate у два прийоми по 2 кг/га кожен. Урожайність пшениці в середньому по всіх чотирьох сортах склала в цьому варіанті 5,84 т/га, що на 8 ц/га більше порівняно з прийнятою технологією вирощування в господарствах. Рентабельність виробництва становила 76,1 %, а чистий дохід зріс на 3046 грн.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

3. Ефективність системи удобрення

Варіант	Урожай- ність, т/га	Чистий дохід, грн	Рентабельність, %
Смуглянка			
1. Фон – 200 кг/га селітри по мерзлоталому	5,17	12133	77,4
2. Фон + 5R SoilBoost 11 кг/га	5,75	12719	69,8
3. Фон + 2 кг/га + 2 кг/га 4R Foliar concentrate	5,97	15186	89,7
4. Фон + 11 кг/га 5R SoilBoost + 2 кг/га + 2 кг/га 4R Foliar concentrate	6,32	14530	74,6
Славна			
1. Фон - 200 кг/га селітри по мерзлоталому	4,95	10952	69,9
2. Фон + 5R SoilBoost 11 кг/га	5,37	10678	58,6
3. Фон + 2 кг/га + 2 кг/га 4R Foliar concentrate	5,87	14649	86,5
4. Фон + 11 кг/га 5R SoilBoost + 2 кг/га + 2 кг/га 4R Foliar concentrate	6,10	13349	68,6
Кубус			
1. Фон – 200 кг/га КАС по мерзлоталому	4,99	9197	52,1
2. Фон + 5R SoilBoost 11 кг/га	5,49	9353	46,3
3. Фон + 2 кг/га + 2 кг/га 4R Foliar concentrate	5,75	12036	63,7
4. Фон + 11 кг/га 5R SoilBoost + 2 кг/га + 2 кг/га 4R Foliar concentrate	5,93	10182	46,9
Мулан			
1. Фон – 200 кг/га КАС по мерзлоталому	5,04	9466	53,6
2. Фон + 5R SoilBoost 11 кг/га	5,45	9138	45,3
3. Фон + 2 кг/га + 2 кг/га 4R Foliar concentrate	5,77	12143	64,3
4. Фон + 11 кг/га 5R SoilBoost + 2 кг/га + 2 кг/га 4R Foliar concentrate	6,12	11202	51,6

4. Ефективність гербіцидів та їх бакових сумішей зі стимуляторами

Варіант	Урожайність, т/га	Чистий до- хід, грн	Рентабельність, %
1. Гранстар Про 20 г/га	4,28	7557	48,9
2. Гроділ Максі 100 г/га	4,28	7359	47
3. Пріма 400 г/га	4,14	6643	42,5
4. Трігер 25 г/га+ Томіган 0,5 л/га	4,30	7276	45,9
5. Гранстар Про 20 г/га + Гуміфілд 200 г/га	4,19	6927	44,4
6. Гроділ Максі 100 г/га + Гуміфілд 200 г/га	4,43	7213	45,6
7. Пріма 400 г/га + Гуміфілд 200 г/га	4,22	6926	43,9
8. Трігер 25 г/га+ Томіган 0,5 л/га + Гуміфілд 200 г/га	4,30	7130	44,6
9. Гранстар Про 20 г/га + Foliar concentrate 2 кг/га	4,92	10373	64,4
10. Гроділ Максі 100 г/га + Foliar concentrate 2 кг/га	4,92	10175	62,5
11. Пріма 400 г/л + Foliar concentrate 2 кг/га	4,98	10534	64,8
12. Трігер 25 г/га + Томіган 0,5 л/га + Foliar concentrate 2 кг/га	4,97	10254	62,2

З даних таблиці 4 видно, що додавання до розчину гербіциду 200 г/га Гуміфілду не призводило до збільшення врожайності, а комбінування суміші з Foliar concentrate (2 кг/га) збільшувало її на 6,4 ц/га. Відповідно до цього на 2816 грн вищими були показники чистого доходу та рентабельності – на 15,5 %. Майже аналогічною була ситуація у варіантах, де використовувався гербіцид Пріма.

Дещо кращими були показники в разі комплексного застосування Гуміфілду з Гроділом Максі, а при використанні Foliar concentrate вони дещо погіршилися, проте статично таке зменшення не було істотним. Найбільшу економічну ефективність використання гуматів у сумішах з гербіцидами було

зафіксовано у варіанті, де використовувалася суміш Пріма (400 г/га) та Foliar concentrate (2 кг/га).

Слабка ефективність використання Гуміфілду в бакових сумішах гербіцидів пояснюється, очевидно, незначною кількістю препарату, якого просто недостатньо для стимуляції росту рослин пшениці, та невідповідність норм застосування згідно з рекомендаціями виробника.

Отже, результати досліджень значною мірою корелюють з раніше встановленими закономірностями впливу гумінових речовин на ріст і розвиток культурних рослин та зменшення пестицидного навантаження на агроценози [2, 3]. Використання гумінових стимуляторів у бакових сумішах гербіцидів має певні застереження, оскільки збільшення урожайності пшениці озимої відбувається на фоні деякого зменшення ефективності дії гербіцидів порівняно з використанням бакових сумішей гербіцидів і добрив [4].

Висновки

Вирощування пшениці в зоні нестійкого зволоження значною мірою залежить від підбору попередника. Застосування кращого попередника дає змогу збільшити врожайність від 5 % і більше та підвищити рентабельність виробництва зерна на 11 %. В окремих випадках збільшення рентабельності від підбору попередника та способу передпосівної обробки насіння може досягати 15 %. У разі використання для передпосівної обробки насіння лише стимуляторів росту показники чистого доходу можуть бути вищими, але для стабільної врожайності оптимальним є використання сумішей цих препаратів з протруйниками. Використання для передпосівної обробки насіння та позакореневого застосування гуматів як універсального засобу оптимізації живлення і збільшення врожайності зерна має економічну доцільність лише за умови підбору якісного препарату та науково обгрунтованої норми застосування. Необхідно зазначити, що тематика застосування гумінових препаратів досить часто не має однастих висновків про їх ефективність аж до взаємно протилежних. Це пов'язано насамперед з особливостями ґрунтово-кліматичних умов та розробкою адаптивних технологій вирощування.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним напрямом досліджень у цій проблематиці є також розробка об'єктивних регламентів застосування таких препаратів відповідно до зональних технологій вирощування, комбінування технологічних операцій, коригування виробничих процесів для отримання стабільного рівня врожайності.

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. Musatov, A. H., Sydorenko, Yu. Ya., Bochevar, O. V., & Ilienکو, O. V. (2010). Efektyvnist peredposivnoi obrobky nasinnia horokhu humatmikroelementnymy preparatamy v umovakh pivnichnoi pidzony Stepu. *Biuletен Instytutu Zernovoho Hospodarstva*, 38, 74–77. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2010_38_17 [In Ukrainian].
3. Kozarenko, D. O. (2013). Zastosuvannia humativ – perspektyvnyi metod zmenshennia khimichnoho navantazhennia na ahrotsenozy. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 8, 14–16 [In Ukrainian].
4. Taranenko, S. V. & Marenych, M. M. (2008). Ekonomichni aspekty zastosuvannia bakovykh sumishei herbitsydiv na posivakh ozymoi pshenytsi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 21–24 [In Ukrainian].
5. Asik, B. B., Turan, M. A., Celik, H., & Katkat, A. V. (2009). Effects of Humic Substances on Plant Growth and Mineral Nutrients Uptake of Wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) Under Conditions of Salinity. *Asian Journal of Crop Science*, 1 (2), 87–95. doi: 10.3923/ajcs.2009.87.95.
6. Ayus, M., Moreno, J. L., Hernández, T. & Garcia, C. (1999). Characterisation and Evaluation of Humic Acids Extracted from Urban Waste as Liquid Fertilizers. *European Journal of Soil Science*, 75, 481–488.
7. Bottinelli, N., Angers, D. A., Hallaire, V., Michot, D., Le Guillou, C., Cluzeau, D., Heddadj, D. & Menasseri-Aubry, S. (2017). Tillage and fertilization practices affect soil aggregate stability in a Humic Cambisol of Northwest France. *Soil and Tillage Research*, 170, 14–17. doi: 10.1016/j.still.2017.02.008.
8. Činčerová, A. (1964). The effect of humic acid on transamination in winter wheat plants. *Biologia Plantarum*, 6 (3), 183–188. doi: 10.1007/bf02926676.
9. Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., & Alvino, A. (2005). Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Development*, 25 (2), 183–191. doi: 10.1051/agro:2005017.
10. Erro, J., Urrutia, O., Baigorri, R., Fuentes, M., Zamarreño, A. M., & Garcia-Mina, J. M. (2016). In-

corporation of humic-derived active molecules into compound NPK granulated fertilizers: main technical difficulties and potential solutions. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 3 (1). doi: 10.1186/s40538-016-0071-7.

11. Ibrahim, O. M., Wali, A. M., Elham, A. B., & Ghalab, E. G. (2016). Response of wheat yield to soil application of humic acid and foliar application of sodium silicate. *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences*, 7 (4), 2003–2007.

12. Ihsanullah, D. (2013). Comparative study of farm yard manure and humic acid in integration with inorganic-N on wheat (*Triticum aestivum* L.) growth and yield. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 19 (3), 170–177. doi: 10.1501/tarimbil_0000001242.

13. Jamal, Y., Shafi, M., & Bakht, J. (2011). Effect of seed priming on growth and biochemical traits of wheat under saline conditions. *African Journal of Biotechnology*, 10 (75), 17127–17133. doi.org/10.5897/AJB11.2539.

14. Jarošová, M., Klejdus, B., Kováčik, J., Babula, P., & Hedbavny, J. (2016). Humic acid protects barley against salinity. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38 (6). doi: 10.1007/s11738-016-2181-z.

15. Karamanos, R. E., Pomarenski, Q., Goh, T. B., & A Flore, N. (2004). The effect of foliar copper application on grain yield and quality of wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 84 (1), 47–56. doi: 10.4141/p03-090.

16. Knapowski, T., Szczepanek M., Wilczewski E. & Poberezny, J. (2015). Response of wheat to seed dressing with humus and foliar potassium fertilization. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17 (6), 1559–1569.

17. Ma, L., Qin, Y., Zhu, H., Zhang, H., He, J., Li, S., & Li, B. C. (2014). The effect of brown coal distillate on the germination of wheat. *Life Sci. Res.*, 18, 423–430.

18. Mackowiak, C. L., Grossl, P. R., & Bugbee, B. G. (2001). Beneficial Effects of Humic Acid on Micronutrient Availability to Wheat. *Soil Science Society of America Journal*, 65 (6), 1744. doi: 10.2136/sssaj2001.1744.

19. Qin, Y., Zhu, H., Zhang, M., Zhang, H., Xiang, C., & Li, B. (2016). GC-MS Analysis of Membrane-Graded Fulvic Acid and Its Activity on Promoting Wheat Seed Germination. *Molecules*, 21 (10), 1363. doi: 10.3390/molecules21101363.

20. Rodrigues, L. F. O. S., Guimarães, V. F., Silva, M. B. da, Pinto Junior, A. S., Klein, J., & Costa, A. C. P. R. da. (2014). Características agrônômicas do trigo em função de *Azospirillum* brasileiro, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18 (1), 31–37. doi: 10.1590/s1415-43662014000100005.

21. Rose, M. T., Patti, A. F., Little, K. R., Brown, A. L., Jackson, W. R., & Cavagnaro, T. R. (2014). A Meta-Analysis and Review of Plant-Growth Response to Humic Substances. *Advances in Agronomy*, 37–89. doi: 10.1016/b978-0-12-800138-7.00002-4.

22. Shazma, A., Farjad, I., Wajid, A. K., Mohammad, I., Babar, I. & Shehryar, K. (2016). Response of wheat crop to humic acid and nitrogen levels. *EC Agriculture*, 3 (1), 558–565.

23. Sirbu, C., Cioroianu, T. M., Parvan, L., Grigore, A., & Vasile, D. I. (2015). Fertilizers with humic substances – some characteristics. *Revista de Chimie*, 66 (7), 1061–1063.

24. Turgay, O. C., Karaca, A., Unver, S., & Tamer, N. (2011). Effects of Coal-Derived Humic Substance on Some Soil Properties and Bread Wheat Yield. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42 (9), 1050–1070. doi: 10.1080/00103624.2011.562586.

25. Zhou, L. N., Sun, L. R., Mao, H. & Dong, Q. U. (2012). Effects of drought-resistant fulvic acid liquid fertilizer on wheat and maize growth. *Agric. Res. Arid Areas*, 30, 154–158. doi: 10.1111/j.1439-037X.2011.00483.x.

Стаття надійшла до редакції 20.08.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Маренич М. М. Ефективність способів застосування гумінових стимуляторів в технології вирощування пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 26–34.

© Маренич Микола Миколайович, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



original article | UDC 633.522 : [631+631.81+631.86] |
doi: 10.31210/visnyk2019.03.04

THE PECULIARITIES OF SOIL BIOTA DEVELOPMENT IN HEMP SOWN AREAS UNDER ORGANIC FARMING TECHNOLOGIES AND ITS IMPACT ON THE PRODUCTIVITY

M. B. Piskovyi,

ORCID ID: [0000-0001-7514-7734](https://orcid.org/0000-0001-7514-7734), E-mail: instytut.arnika@gmail.com,

A. V. Pylypchenko,

“The Institute of Organic Farming”, LLC, 9, Kosmonavtiv str., Hlobyne, 39000, Ukraine

In any agricultural production when there is a change in the kind of activity or in cultivation technologies the number of issues arise that lead to huge financial and environmental losses or can even put an end to the production. After the group of “Arnika” companies set a strategic goal to transfer all agricultural production to the technologies of organic farming, it faced a number of challenges, one of which is the stabilization of cultivated areas’ productivity by improving soil biological activity, and namely, intensifying the functioning of soil zoo-biota and microbial cenosis. Provided that the absence of applying mineral fertilizers will lead to decreasing soil fertility in organic farming, it is necessary to develop the elements of technology, which would enable the activation of functioning soil zoo-biota and microbial cenosis besides providing hemp with macro and microelements, organic fertilizers and green manure crops. In comparison with the classical technology of hemp cultivation the organic system eliminates stressful situations (the effect of mineral fertilizers and means of plant protection) on the one hand, but on the other hand, the increase of the number of cultivations improves soil air balance, which contributes to the propagation and development of soil biota. The research, conducted at the enterprises of the group of “Arnika” companies in the town of Hlobyne, Poltava region, began in 2015. The obtained experimental data enabled to make changes in the elements of hemp organic cultivation technologies and thus to stabilize the quantitative composition of earthworms, ticks, Podura springtails, and microbial cenosis. The results are presented in the article as to investigating quantitative, qualitative composition and the activity of biodiversity functioning of the natural and agricultural soil eco systems while sown hemp cultivation according to the technologies of organic farming. It was established by the research that despite high adaptability of soil biota to constant environmental changes, the balance of soil cenosis is disrupted by anthropogenic influence. The using of organic farming technologies enables soil zoo-biota and micro-flora to avoid stressful loadings as a result of mineral fertilizers and plant protection means’ influence. At the same time the studies of changing sown hemp productivity during the transition from classical cultivation technology to organic farming system shows that there are some peculiarities, which should be revealed in the process of further research.

Key words: soil biota, hemp, organic farming technologies, elements of plant nutrition.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ БІОТИ ҐРУНТУ В ПОСІВАХ КОНОПЕЛЬ ЗА ТЕХНОЛОГІЯМИ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ

М. Б. Пісковий, А. В. Пилипченко,

ТОВ «Інститут органічного землеробства», вул. Космонавтів, 9, м. Глобине, 39000, Україна

У будь-якому сільськогосподарському виробництві при зміні виду діяльності чи зміні технологій вирощування постає низка проблем, які призводять до величезних фінансових і екологічних втрат та навіть до припинення виробництва. Група компаній «Арніка», поставивши стратегічне завдання

щодо переведу всього сільськогосподарського виробництва за технологіями органічного землеробства, наїтовхнула на певні проблеми, одна з них – стабілізація продуктивності оброблюваних площ через покращення біологічної активності ґрунту, тобто активізації роботи зообіоти ґрунту та мікробного ценозу. За умови, що відсутність внесення мінеральних добрив призведе до зниження родючості ґрунту в органічному землеробстві, шляхами забезпечення конопель макро- й мікроелементами крім органічних добрив та сидеральних культур необхідно виявити елементи технології, які б давали можливість активізувати роботу зообіоти ґрунту та мікробного ценозу. Порівняно з класичною технологією вирощування конопель органічна система з одного боку позбується стресових ситуацій (вплив мінодобрив та засобів захисту рослин), а з іншого збільшення кількості культиваций покращує повітряний баланс ґрунту, що сприяє розмноженню та розвитку ґрунтової біоти. Дослідження, що проводяться у підприємствах групи компаній «Арніка» м. Глобине Полтавської області, започатковані 2015 року. Отримані експериментальні дані дали змогу внести зміни в елементи технології органічного вирощування конопель посівних і таким чином стабілізувати кількісний склад дощових черв'яків, кліщів, ногохвісток та мікробного ценозу. У статті представлено результати досліджень кількісного, якісного складу та активності функціонування біорізноманітності природних та сільськогосподарських ґрунтових екосистем при вирощуванні конопель посівних за технологіями органічного землеробства. Дослідження свідчать, що, незважаючи на високу пристосованість ґрунтової біоти до постійних змін навколишнього середовища, рівновага ценозів ґрунту порушується внаслідок антропогенного та техногенного впливу. Застосування технологій органічного землеробства дають змогу зообіоті та мікрофлорі ґрунту уникати стресових навантажень від впливу мінеральних добрив та засобів захисту рослин. Водночас дослідження зміни продуктивності конопель посівних при переході технологій вирощування від класичної до органічної системи землеробства свідчить, що є свої особливості, які ми маємо виявити у процесі подальших досліджень.

Ключові слова: біота ґрунту, коноплі посівні, технології органічного землеробства, елементи живлення рослин.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ БИОТЫ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ КОНОПЛИ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ

Н. Б. Писковой, А. В. Пилипченко,

ООО «Институт органического земледелия», ул. Космонавтов, 9, г. Глобино, 39000, Украина

В статье изложены предварительные результаты и выводы влияния природной среды на плотность популяции дождевых червей, коловороток, клещей и нематод в посевах полевого опыта. В любом сельскохозяйственном производстве при смене вида деятельности или изменении технологий выращивания возникает ряд проблем, которые могут стать неразрешимыми и привести к большим финансовым и экологическим потерям. Переход производства группы компаний «Арника» от классической системы земледелия к органическим технологиям требует как минимум стабилизации продуктивности обрабатываемых площадей путем улучшения биологической активности почвы, активизации деятельности зообиоты и микробного ценоза почвы. В условиях, когда отсутствуют минеральные удобрения, практически всегда наблюдается снижение плодородия почвы. Поэтому путями обеспечения растений конопель посевных питательными веществами и микроэлементами кроме органических удобрений и сидеральных культур мы ставим цель выявить элементы технологии, которые бы давали возможность активизировать работу зообиоты и микробного ценоза почвы. По сравнению с классической технологией выращивания конопли посевных органическая система с одной стороны снимает стрессовые ситуации с биоты почвы (влияние минудобрений и средств защиты растений), а с другой стороны увеличение количества культиваций улучшит воздушный баланс почвы, что в конечном итоге положительно влияет на почву. Определено, как технология выращивания конопли влияет на изменения биологического состояния почвы, урожайность семян и стеблей. В процессе исследований выяснено, что выращивание конопли сорта Глоба в условиях органического земледелия не способствует резкому повышению урожайности семян, в сравнении с переходной от классической к органической технологии. Отсутствие стрессов от внесения минеральных удобрений и средств защиты растений позволяет биоте почвы благоприятно размножаться и

выполняют необходимые функции для улучшения биологической активности почвы.

Ключевые слова: *биота почвы, конопля посевная, технологии органического земледелия, элементы питания растений.*

Вступ

За умови, що відсутність внесення мінеральних добрив може призвести до зниження родючості ґрунту в органічному землеробстві, шляхами забезпечення конопель макро- й мікроелементами крім органічних добрив та сидеральних культур необхідні й такі елементи технології, які б дали можливість активізувати роботу зообіоти ґрунту та мікробного ценозу. Порівняно з класичною технологією вирощування конопель органічна система з одного боку знімає стресові ситуації (вплив мінодобрив та засобів захисту рослин), а з іншого збільшення кількості культиваций широкозахватними агрегатами покращує повітряний баланс ґрунту, що сприяє розмноженню та розвитку ґрунтової біоти.

Дослідження, що проводяться у підприємствах групи компаній «Арніка» м. Глобине Полтавської області, започатковані 2015 року. Отримані експериментальні дані дали змогу внести зміни в елементи технології органічного вирощування конопель посівних і таким чином стабілізувати кількісний склад дощових черв'яків, кліщів, ногохвістків та мікробного ценозу.

Але при цьому не вирішеними залишилися проблеми, що пов'язані зі стабільним складом зообіоти та мікрофлори ґрунту через різні по роках кліматичні умови.

Вітчизняні вчені в галузі агротехнологій А. С. Хренников та М. Г. Городній [19], які вивчали умови живлення культури конопель, констатували, що для підвищення їхньої урожайності одне з чільних місць у комплексі прийомів культури повинно належати органічним та мінеральним добривам. Пізніше П. А. Горшков й ін. [6] переконували, що вирощувати коноплі на мінеральних ґрунтах без застосування добрив практично не можливо.

Так дослідники [3] у своїй роботі про вплив дощових черв'яків на функції ґрунту та екосистеми запропонував звертати більше уваги на стан зообіоти ґрунту, діяльність якої дещо нівелює відсутність внесення мінодобрив через збільшення її активності. У своїй праці Pearce та Lee, 1987 [16] усебічно обґрунтували щодо розвитку, розмноження й позитивного впливу дощових черв'яків на стан ґрунту за умови органічної системи землеробства.

Пізніше Reigné та ін. 2013 [17], а також вітчизняні вчені Бизов Ю. Б., Гіляров М. С., Дунгер В. П. [2], Зражевський А. І. [10] розділили тварин ґрунту за розмірами тіла на чотири групи:

- нанофауна – тварини, що мають мікроскопічні розміри (до 0,1 мм) загалом це найпростіші, що здатні вести активну діяльність тільки у водяній плівці й капілярах ґрунту;

- мікрофауна – тварини розміром від 0,1 до 1,5 мм (коловоротки, нематоди, більшість кліщів та первинно безкрилих комах і частина мілких кільчатих хробаків). Для цих організмів ґрунт є не водне середовище, як для найпростіших, а система замкнутих камер, де підтримується висока вологість повітря;

- мезофауна – тварини розміром від 1,5 до 2–3 мм (більша частина комах у личиночній і імагінальній стадії, багатоніжки енхітреїди, молюски). Вони риють у ґрунті ходи, тим самим покращують повітряний режим ґрунту, змінюють його фізичні властивості. У процесі життєдіяльності сприяють збільшенню гумусу у ґрунті;

- макрофауна – найбільш крупні представники тваринного світу ґрунті, розміри яких перевищують 2–3 см (дощові черви, миловидні гризуни, землерийки). Для цих тварин ґрунт є твердою субстанцією, у якій вони можуть рухатися: або активно прокладаючи власні ходи, або розширюючи наявні щілини субстрату.

Значні наукові розробки щодо вивчення дощових черв'яків провів А. І. Зражевський [10], основними висновками його робіт є такі:

- черв'яки провітрюють та перемішують ґрунт;
- покращують інфільтрацію води у ґрунт та зменшують поверхневийтік;
- сприяють розкладанню рослинних решток;
- накопичують поживні речовини для рослин;
- сприяють колонізації ґрунтових бактерій та грибів у норах та екскрементах;
- сприяють росту коренів, що йдуть по норах черв'яків;
- покращують структуру та стійкість ґрунту.

Також у роботах вітчизняних вчених неодноразово стверджується, що перетворення або трансформацію органічної речовини ґрунту черв'яки здійснюють удвічі швидше, ніж гриби і бактерії [2, 5, 18].

Зважаючи на вищевикладене, проведені дослідження мають за *мету* об'єктивно вивчити зміну чисельності зообіоти ґрунту на ділянках багаторічного досліді, що пов'язано з переходом технології вирощування конопель посівних від класичної до органічної і як ці показники впливають на урожайність насіння та стебел конопель посівних. *Завдання* досліджень передбачали визначення за допомогою сучасних методик у польовому досліді зміни чисельності зообіоти та мікробного ценозу ґрунту та подальший вплив цих показників на урожайність конопель посівних.

Матеріали і методи досліджень

Польові дослідження проводили на дослідному полі № 22 агрофірми ім. Мічуріна Глобинського району Полтавської області. У лісостеповій зоні сільськогосподарські угіддя представлені чорноземом глибоким малогумусним (слабоструктурним) природно-кормові – дерновим слабозвиненим піщаним ґрунтом на пісках. Дослідження тривали протягом вегетаційного періоду конопель посівних 2018–2019 рр. за найсприятливіших для ґрунтових організмів кліматичних умов.

Зразки ґрунту відбирали на глибині 0–30 см. Визначення чисельності дощових черв'яків (*Lumbricina*) проводили загальноприйнятим методом відбирання вручну за Гіляровим [2]. Згідно з аналізом літературних джерел [8], було вибрано оптимальний розмір ділянки для відбирання проби 50 x 50 x 30 сантиметрів. У процесі визначення чисельності ногохвісток (*Collembola*) керувалися методом гептанової флотації, описаним у ДСТУ ISO 23611-2: 2007. Якість ґрунту. Відбирання проб ґрунтових безхребетних. Частина 2. Відбір проб та вилучення мікрочленистоногих (*Collembola* та *Acarina*). Паралельно методом Кобба відібрану пробу намочували та фільтрували через каскад сит з отворами 1000, 400, 200, 100 мкм, починаючи з найкрупнішого сита. Після першого року досліджень перевагу було надано підрахунку зообіоти за методом Кобба. Мікробіологічні аналізи ґрунту проводили за загальноприйнятими методиками [5, 8].

Ділянки закладені у трьохкратній повторності за схемою:

- пасовище без добрив;
- пар;
- поле конопель перехідне;
- поле конопель органічне;
- кукурудза.

Для досліджень використовували такі методи:

- метод ґрунтових проб (черви) за Гіляровим і Стригановою [2], (50 x 50 x 30 см);
- промивка проб ч/з систему сит (нематоди) за Коббом [13, 15], (1000, 400, 200, 100 мкм).

Визначення чисельності груп мікроценозу проводили за методикою Звягінцева [9]. Загальну кількість мікроорганізмів визначали за умови використання пептон-глюкозного агару, кількість амоніфікаторів – м'ясо-пептонного агару, кількості фосформобілізуючих мікроорганізмів – середовища Муромцевої, актиноміцети і азотфіксуючі мікроорганізми визначали за умови використання крохмало-аміачного агару, визначення кількості грибів – сусло-агару.

Аналіз урожайності насіння та стебел конопель за технологією органічного землеробства проводили в ТОВ «Інститут органічного землеробства» («ІОЗ»), а за перехідною технологією вирощування конопель від класичної до біологічної – в ТОВ «Новомосковськ-Агро».

Облік урожаю соломи проводили відповідно до методики державного сортопробування сільськогосподарських культур [20]. Облік урожайності насіння, соломи, волокна проводили методом пробного снопа. Одержані результати досліджень опрацьовані методами математичної статистики [8, 12].

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами досліджень, проведених 2018 та 2019 роках (протягом двох сезонів) встановлено збільшення зообіоти (черв'яки, коловоротки, кліщі, нематоди) у весняний та осінній періоди, значно нижча активність – у літній період і повна відсутність активності в період зимових холодів (табл. 1).

Встановлено, що щільність популяції дощових черв'яків, коловороток, кліщів і нематод у квадратному метрі ґрунту відчутно різниться. Зокрема на площі під паром показники за усіма трьома позиціями виявилися найнижчими порівняно з пасовищем. Поясненням цьому може слугувати той факт, що парова площа культивується протягом сезону як мінімум три рази, кожна механічна операція негативно впливає на розмноження і розвиток зообіоти ґрунту.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Вплив природного середовища на щільність популяції дощових черв'яків, коловороток, кліщів і нематод у 1 м² ґрунту

Ділянки досліджу	Черв'яки, шт.	Коловоротки, кліщі, шт.	Нематоди, шт.
Пасовище без добрив	78	111	280
Пар	72	103	257
Коноплі перехідні	49	81	163
Коноплі органічні	54	86	192
Кукурудза перехідна	53	78	207
Кукурудза органічна	53	81	211

Щодо конопель, можна стверджувати про різницю між органічною технологією та перехідною (що має залишковий ефект впливу мінеральних добрив і засобів захисту рослин, які вносились у минулі роки). Зокрема дощових черв'яків на 5 шт. більше, коловороток і кліщів на 5 більше, а нематод на 29 шт. більше, ніж у ґрунті з перехідною від класичної технології.

Саме кукурудза за густотою, об'ємом листової поверхні, освітленістю ґрунту в посівах та за низкою інших показників найбільше схожа на коноплі посівні. Показники щільності популяції дощових черв'яків, коловороток, кліщів і нематод у квадратному метрі ґрунту не так відчутно, як у коноплях, але різняться. За всіма трьома позиціями різниця від нуля до 4 шт.

Із усіх шести варіантів досліджу зообіота ґрунту, що була під коноплями посівними, які вирощувалися за технологіями органічного землеробства, розвивалася найактивніше, а це значить, що за рахунок діяльності всіх цих організмів значно покращується структура ґрунту, його збагачення повітрям, перетворенням рослинних решток у доступні для рослин органічні речовини.

У процесі польових і лабораторних досліджень отримані результати чітко пояснювали ситуацію та вибудовувалися в обґрунтовані пояснення та висновки. Однак вивчення теоретичних розробок у спеціальній, науковій світовій літературі призвело до глибшого осмислення тематики, яку було вирішено вивчити детально. Дані, що оприлюднені науковцями Pfiffner та Mäder, 1997 [4], зі збереження природних ресурсів стимулювали нас дещо переглянути структуру досліджень та перевірити, наскільки результати цих досліджень збігаються з відомими твердженнями.

Однак вивчення зміни чисельності зообіоти ґрунту на ділянках багаторічного досліджу не є основним завданням досліджу. Адже перехід технології вирощування конопель посівних від класичної до органічної технології має свої особливості стосовно того, як ці показники впливають на урожайність насіння та стебел конопель посівних.

За результатами наших досліджень щодо урожайності насіння та стебел конопель встановлено, що у ТОВ «Інститут органічного землеробства», де вирощування конопель 2018 року здійснювалося за технологією органічного землеробства, урожайність стебел і насіння загалом у господарстві й на кожному полі була нижчою порівняно з ТОВ «Новомосковськ-Агро», де технологія вирощування конопель була перехідною від класичної до біологічної. В середньому зменшення урожайності стебел становило 36,21 %, насіння дещо менше – 23,0 %.

Між урожайністю стебел і насіння конопель та окремими елементами її структури встановлено певний взаємозв'язок (табл. 2).

2. Взаємозв'язок між урожайністю конопель та окремими елементами її структури при вирощуванні в умовах біологічного й інтенсивного землеробства

Показники	Величина коефіцієнта кореляції між:			
	висотою рослин	Масою 1-ї рослини	масою насіння з 1-ї рослини	густотою перед збиранням
Середня урожайність насіння в господарствах	-	-	0,97±0,02	-0,65±0,18
Середня урожайність стебел у господарствах	0,89±0,09	0,81±0,11	-	0,62±0,20
Урожайність насіння в ТОВ «ІОЗ»	-	-	0,97±0,04	-0,94±0,06
Урожайність стебел у ТОВ «ІОЗ»	0,96±0,03	0,68±0,26	-	0,71±0,24
Урожайність насіння в «Новомосковськ-Агро»	-	-	0,99±0,02	-0,73±0,21
Урожайність стебел у «Новомосковськ-Агро»	0,73±0,18	0,96±0,02	-	0,52±0,36
Висота рослин	-	0,89±0,07	-	-
Маса 1-ї рослини	-	-	-	-0,52±0,26
Маса насіння з 1-ї рослини	-	-	-	-0,70±0,16

Особливо сильно пряма залежність виявлена між урожайністю насіння і масою насіння з 1-ї рослини.

Коефіцієнт кореляції близький до одиниці ($r = 0,97 \dots 0,99$). Дещо менший кореляційний зв'язок існує в конопель між урожайністю стебел і висотою рослин ($r = 0,73 \dots 0,96$) та урожайністю стебел і масою 1-ї рослини ($r = 0,68 \dots 0,96$). Відмічено різну залежність між густотою стеблостою перед збиранням та урожайністю насіння і стебел конопель.

Пряма середня кореляція виявлена між урожайністю стебел і густотою ($r = 0,52 \dots 0,71$) і зворотною, від середньої до сильної, між урожайністю насіння і густотою стеблостою ($r = -0,65 \dots -0,94$). Маса однієї рослини й маса насіння з однієї рослини перебувають у зворотній залежності від густоти стеблостою перед збирання, що підтверджують коефіцієнти кореляції між ознаками ($r = -0,52$ і $-0,70$). Прямо залежать висота і маса однієї рослини в конопель ($r = 0,89$).

Умови вирощування конопель, а саме органічне землеробство в ТОВ «Інститут органічного землеробства» чи перехідне землеробство в «Новомосковськ-Агро», яке використовувалось у процесі вирощування культури, не впливають на силу зв'язку між показниками урожайності й елементами структури цієї урожайності: висотою рослин, масою 1-ї рослини, масою насіння з 1-ї рослини та густотою. Величина коефіцієнта кореляції в кожному із випадків була на одному рівні.

Одержані результати досліджень не дозволяють стверджувати, що меншу урожайність насіння й стебел, нижчу висоту рослин й середню масу 1-го стебла конопель у господарстві ТОВ «Інститут органічного землеробства» порівняно з «Новомосковськ-Агро» зумовило лише застосування органічного землеробства в коноплярстві.

Фактична й біологічна урожайність та валовий збір насіння конопель у розрізі господарств із різною технологією вирощування культури 2018 року, наведена в таблиці 4, дає змогу зробити висновок про перевагу фактичної урожайності насіння конопель на 0,195 т/га та біологічної на 0,184 т/га в ТОВ «Новомосковськ-Агро», порівняно із ТОВ «Інститут органічного землеробства». Тобто органічне виробництво конопель у перші роки освоєння не сприяє збільшенню урожайності конопель порівняно із класичною технологією.

3. Фактична і біологічна урожайність і валовий збір насіння конопель по господарствах агрохолдингу

Назва господарства	Площа посіву конопель, га	Урожайність насіння, т/га		Валовий збір насіння, т	
		фактична	біологічна	фактинний	біологічний (розрахунок)
ТОВ «ІОЗ»	393,0	0,471	0,616	185,057	242,088
ТОВ «Новомосковськ-Агро»	434,1	0,666	0,800	289,187	347,280

Отже, одержані нами результати досліджень засвідчують суттєвий вплив елементів технології на продуктивність конопель посівних. Встановлено, що протягом двох-трьох років відсутність внесення мінеральних добрив не дає змоги органічним коноплям дати урожай, характерний для класичної і перехідної технологій, що узгоджується з роботами інших науковців [10, 11] щодо впливу дощових черв'яків на стан ґрунту при органічній системі землеробства. Варто зазначити, що нині питанням впливу змін чисельності зообіоти та мікробного ценозу ґрунту на урожайність конопель посівних вивчено недостатньо, тому актуальність проведених нами досліджень не має сумніву.

Наші дослідження доводять, що застосування технологій органічного землеробства дає змогу зообіоті та мікрофлорі ґрунту уникати стресових навантажень, що виникають унаслідок антропогенного та техногенного впливів (добрива, пестициди і т. д.).

Отримані дані мають важливе теоретичне й практичне значення, адже дозволяють рекомендувати елементи технології органічного землеробства для впровадження з метою захисту рослин та здатності зообіоти виконувати свої функції.

Висновки

Результати досліджень свідчать, що елементи технології органічного землеробства дають змогу дощовим черв'якам, коловороткам, кліщам, нематодам і мікрофлорі ґрунту не переносити стресових навантажень від впливу мінеральних і засобів захисту рослин та активно виконувати свої функції. Ви-

рощування конопель посівних в умовах органічного виробництва не сприяє підвищенню урожайності насіння порівняно із перехідною від класичної до органічної технології, що може пояснюватися відсутністю внесення мінеральних добрив та засобів захисту рослин конопель. Доведено існування кореляційного зв'язку між показниками урожайності культури й окремими елементами структури урожаю та показниками родючості ґрунту, які дають змогу проводити добір за однією із них для покращення іншої чи зменшення кількості ознак селекції.

Перспективи подальших досліджень. У майбутньому необхідно продовжити дослідження в польовому досліді та розробити методику застосування кореляційного аналізу для визначення найбільш значущих показників добору задля підвищення урожайності конопель.

References

1. Bedak, G. R., & Repyah, I. I. (1978). *Sistema udobreniya. Konoplya*. Moskva: Kolos [In Russian].
2. Byzova, Yu. B., Dunger, V. & Gilyarov, M. S. (1987). *Kolichestvennye metody v pochvennoj zoologii*. Moskva: Nauka [In Russian].
3. Blouin, M., Hodson, M. E., Delgado, E. A., Baker, G., Brussaard, L., Butt, K. R., Dai, J., Dendooven, L., Peres, G., Tondoh, J. E., Cluzeau, D., Brun, J.-J. (2013). A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science*, 64 (2), 161–182. doi: 10.1111/ejss.12025.
4. Pfiffner, L., & Mäder, P. (1997). Effects of Biodynamic, Organic and Conventional Production Systems on Earthworm Populations. *Biological Agriculture & Horticulture*, 15 (1–4), 2–10. doi: 10.1080/01448765.1997.9755177.
5. Volkogon, V. V. (Ed.). (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiologiya: monographiya*. Kyiv: Agrarna nauka [In Ukrainian].
6. Gorshkov, P. A., Gorodnij, N. G., & Repyah, I. I. (1963). *Konoplya. Primenenie udobrenij pod konoplyu*. Moskva: Selhozizdat [In Russian].
7. Holoborodko, P. A., & Korotia, K. Ya. (2011). Systema udobrennia. In M. D. Myhalia, V. M. Kabantsia (Red.). *Konopli: monohrafiia* (pp. 183–194). Sumy: Vydavnychiy budynok "Ellada" [In Ukrainian].
8. Dospehov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
9. Zvyagincev, D. G. (1987). *Pochva i mikroorganizmy*. Moskva: Izdatelstvo Moskovskogo universiteta [In Russian].
10. Zrazhevskij, A. I. (1957). *Dozhdevye chervi, kak faktor plodorodiya lesnyh pochv*. Kiev: Izdatelstvo AN USSR [In Russian].
11. Edwards, C. A., & Lofty, J. R. (1977). *Biology of Earthworms*. doi: 10.1007/978-1-4613-3382-1.
12. Mishchenko, S. V. (2012). Koreliatsiini zviazky mizh osnovnymy kanabinoidnymy spolukamy roslyn suchasnykh beznarkotychnykh sortiv konopel. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (2), 65–69. doi: 10.31210/visnyk2012.02.14 [In Ukrainian].
13. Curry, J. P., & Schmidt, O. (2007). The feeding ecology of earthworms – A review. *Pedobiologia*, 50 (6), 463–477. doi: 10.1016/j.pedobi.2006.09.001.
14. Myhalia, M. D., & Kabantsia, V. M. (Eds.). *Konopli: monohrafiia*. Sumy: Vydavnychiy budynok "Ellada" [In Ukrainian].
15. Kuntz, M., Berner, A., Gattinger, A., Scholberg, J. M., Mäder, P., & Pfiffner, L. (2013). Influence of reduced tillage on earthworm and microbial communities under organic arable farming. *Pedobiologia*, 56 (4–6), 251–260. doi: 10.1016/j.pedobi.2013.08.005.
16. Pearce, T. G., & Lee, K. E. (1987). Earthworms, Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. *The Journal of Applied Ecology*, 24 (1), 334. doi: 10.2307/2403823.
17. Peigné, J., Vian, J.-F., Cannavacciuolo, M., Lefevre, V., Gautronneau, Y., & Boizard, H. (2013). Assessment of soil structure in the transition layer between topsoil and subsoil using the profil cultural method. *Soil and Tillage Research*, 127, 13–25. doi: 10.1016/j.still.2012.05.014
18. Reva, P. P., & Kulynych, L. Ia. (1985). *Ekolohiia dlia vsikh*. Kyiv: Vyshcha shkola [In Ukrainian].
19. Panchenko, P. F., Hrennikova, A. S., & Grishko, N. N. (Eds.). (1938). *Konoplya*. Moskva: Selhozgiz [In Russian].

20. Nazarenko, K. S. & Marinich, P. E. (Eds.). (1972). *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskohozyajstvennyh kultur: Maslichnye, efirnomaslichnye i tehicheskie kultury, shelkovica, tutovyj shelkopryad.* (Vypusk 3). Moskva: Kolos [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 21.08.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Пісковий М. Б., Пилипченко А. В. Особливості розвитку біоти ґрунту в посівах конопель за технологіями органічного землеробства та її вплив на продуктивність. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 35–42.

© Пісковий Микола Борисович, Пилипченко Андрій Васильович, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 633.111.1:631.582.1 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.05

THE INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS ON HUMUS DYNAMICS AND WINTER WHEAT PRODUCTIVITY AT CONTINUOUS GROWING

V. V. Hanhur,

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

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

A. V. Kokhan,

E-mail: ds.vavilova@ukr.net,

L. D. Glushchenko,

R. V. Olepir,

E-mail: olepir.roman1981@ukr.net,

O. I. Len,

E-mail: alexandrilen@ukr.net,

Poltava State Agricultural Experimental Station named after M. I. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the NAAS, 86, Shvedska str., Poltava, 36014, Ukraine

The reformation of the agrarian sector, the commercialization of agricultural production caused the narrowing of industrial specialization, concentration, maximum saturation of crop rotations with leading crops or their re-cultivation, even in single-crop system. However, the world and national agronomic science have considerable experimental material on reducing yields at continuous sowing – growing the same crop for a long time on a permanent plot. The aim of the study was to determine the effect of different fertilization systems and long-term continuous cultivation on the soil organic matter dynamics and the level of winter wheat productivity. The following scientific methods were used in the research: analysis, synthesis, field, and statistical ones. The results of agrochemical analyzing soil samples of a long-term field experiment at continuous winter wheat cultivation show that on the control plot (without fertilizers), as well as at applying mineral fertilizers ($N_{51}P_{51}K_{55}$) and 30 t/ha of manure annually or once every three years, humus reserves in the arable soil layer decreased by 5.6; 0.4; 2.4 t/ha respectively during the period of 33 years (1983–2016), or the average humus loss during a year was minus 0.17; minus 0.01; minus 0.07 t/ha, respectively. It was established that the variants of winter wheat fertilization studied in the experiment ensured decreasing the intensity of humus loss from the soil, in comparison with the control (without fertilizers) by 1.7 and 2.4 times, respectively. The research results show that even at long-term continuous cultivation winter wheat productivity on fertilized plots is naturally higher. Thus, in comparison with the control (without fertilizers), the application of organic and mineral fertilizers ensured the increasing of crop yields by 0.85–0.97 t/ha or 31–35.4 % on the average for the years 1983–2017. It should be noted that applying 30 t/ha of manure once every three years or annually, at practically the same rate of mineral fertilizers, had no significant effect on the level of wheat productivity. The maximal yield of winter wheat, both on the control plot and at applying organic and mineral fertilizers, was obtained in 2008 – 5.90; 7.05 t/ha and the minimal yields, according to fertilization systems were 0.71 t/ha (1991) and 1.00 t/ha (1999).

Key words: winter wheat, continuous sowing, humus, yield, weather conditions.

ВПЛИВ ПРИРОДНИХ І АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ НА ДИНАМІКУ ГУМУСУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ БЕЗЗМІННОГО ВИРОЩУВАННЯ**В. В. Гангур,**

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

А. В. Кохан, Л. Д. Глущенко, Р. В. Оленіп, О. І. Лень,

Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН, вул. Шведська, 86, м. Полтава, 36014, Україна

Реформування аграрного сектору, комерціалізація сільськогосподарського виробництва зумовили звуження виробничої спеціалізації, концентрацію, максимальне насичення сівозмін провідними культурами або вирощування їх повторно і навіть в монокультурі. Проте світова і вітчизняна агрономічна наука мають значущий експериментальний матеріал щодо зниження врожайності при беззмінній сівбі – вирощуванні однієї і тієї ж культури протягом тривалого часу на постійній ділянці. Метою досліджень було визначити вплив різних систем удобрення і тривалого беззмінного вирощування на динаміку органічної речовини у ґрунті та рівень продуктивності пшениці озимої. У процесі дослідження використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Результати проведеного агрохімічного аналізу ґрунтових зразків тривалого польового експерименту з беззмінного вирощування пшениці озимої показують, що на контролі (без добрив), а також у разі внесення мінеральних добрив ($N_{51}P_{51}K_{55}$) та 30 т/га гною щорічно або раз у три роки, запаси гумусу в орному шарі ґрунту за 33 роки (1983–2016) спостережень зменшилися, відповідно на 5,6; 0,4; 2,4 т/га, або в середньому за рік втрати гумусу становили, відповідно мінус 0,17; мінус 0,01; мінус 0,07 т/га. Встановлено, що варіанти удобрення пшениці озимої, які вивчалися в досліді, забезпечили зменшення інтенсивності втрат гумусу з ґрунту порівняно з контролем (без добрив), відповідно у 17 і 2,4 рази. Результати досліджень свідчать, що і за тривалого беззмінного вирощування закономірно вища продуктивність пшениці озимої на удобрених варіантах. Порівняно з контролем (без добрив) внесення органічних і мінеральних добрив забезпечило підвищення урожайності культури в середньому за 1983–2017 рр., на 0,85–0,97 т/га або 31–35,4 %. Потрібно зазначити, що внесення 30 т/га гною один раз на три роки чи щорічно на фоні практично однакової норми мінеральних добрив не мало суттєвого впливу на рівень продуктивності пшениці. Максимальним рівень урожайності пшениці озимої як на контролі, так і на фоні внесення органічних і мінеральних добрив, був отриманий 2008 р. – 5,90; 7,05 т/га, а мінімальний, відповідно до систем удобрення 0,71 т/га (1991 р.) та 1,00 т/га (1999 р.).

Ключові слова: пшениця озима, беззмінний посів, гумус, урожайність, погодні умови.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИКУ ГУМУСА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ПРИ БЕССМЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ**В. В. Гангур,**

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

А. В. Кохан, Л. Д. Глущенко, Р. В. Оленип, А. И. Лень,

Полтавская государственная сельскохозяйственная опытная станция им. Н. И. Вавилова Института свиноводства и АПП НААН, ул. Шведская, 86, г. Полтава, 36014, Украина

Мировая и отечественная агрономическая наука имеют значительный экспериментальный материал о снижении урожайности при бессменном посеве – выращивании одной и той же культуры в течение длительного времени на постоянном участке. Целью исследований было определить влияние различных систем удобрения и длительного бессменного выращивания на динамику органического вещества в почве и уровень продуктивности пшеницы озимой. В процессе исследования использованы следующие научные методы: анализ, синтез, полевой, статистический. Результаты исследований показывают, что и при длительном бессменном выращивании закономерно выше продуктивность пшеницы озимой на удобренных вариантах. Так, по сравнению с контролем (без удобрений), внесение органических и минеральных удобрений обеспечило повышение урожайности культуры в среднем за 1983–2017 гг., на 0,85–0,97 т/га или 31–35,4 %. Внесение 30 т/га навоза один раз в три года или ежегодно на фоне минеральных удобрений не имело существенного влияния на уровень зерновой продук-

тивності пшениці.

Ключевые слова: пшеница озимая, бессменный посев, гумус, урожайность, погодные условия.

Вступ

Ґрунт – це дзеркало ландшафту території, функція її ландшафтно-екологічних умов і результат певного процесу ґрунтоутворення.

Рациональне використання землі завжди має важливе значення для розвитку економіки країни. Однією з найістотніших діагностичних ознак процесу, що відбувається у ґрунті, є динаміка в ньому органічної речовини і її складової – гумусу [1, 5].

Саме тому актуальним на сьогодні є питання отримання своєчасної інформації щодо змін, які відбуваються у ґрунтах за умови впливу різних антропогенних та природних чинників. Одним з найбільш достовірних джерел одержання даних для проведення моніторингу ґрунту на майбутнє є результати довгострокових польових стаціонарних дослідів, зокрема із беззмінними посівами сільськогосподарських культур [3, 4, 6].

За умови сучасного ведення аграрного виробництва та у зв'язку з різним попитом і ціною на рослинницьку продукцію як світовою, так і в межах нашої країни, багато господарів переходять до вирощування найбільш прибуткових з їх точки зору 3–4 сільськогосподарських культур [18].

Проблеми, що виникають при переході на коротко ротаційні сівозміни, можна частково розв'язати на підставі результатів, отриманих при проведенні досліджень з вивчення сіви однієї і тієї ж культури на постійній ділянці протягом довгого періоду часу.

У різних країнах світу функціонують багаторічні досліді з беззмінного вирощування окремих культур, що дають змогу відстежити їхній вплив на урожайність та показники родючості ґрунту [19, 20].

Основи вивчення беззмінних культур уперше започатковано в Ротамстеді (Англія), де в період з 1843 по 1856 роки було закладено серію стаціонарних дослідів з беззмінними посівами пшениці озимої, трав тощо.

На теренах України вперше дослід з беззмінного вирощування культур, зокрема жита озимого було розпочато 1884 року на Полтавському дослідному полі. Вирощування цієї культури на постійній ділянці триває і до теперішнього часу. Спостереження, що проводяться в цих дослідженнях протягом 134 років дають можливість відповісти на низку запитань, а саме, які зміни відбуваються у ґрунтовому комплексі темно-сірого ґрунту та динаміку продуктивності жита озимого за цей період [2, 16].

Пізніше, починаючи з 1912 року дослідження з беззмінного вирощування пшениці озимої почали проводити на Миронівській дослідній станції, згодом Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла (старе поле). Потрібно відмітити, що за ініціативи Д. М. Прянишникова 1929 року (нове поле) на цій же дослідній установі під керівництвом і за безпосередньої участі директора станції та завідувача відділу агротехніки А. І. П'ятенка і рілляника І. К. Бобира було закладено досліді, де на фоні повної факторіальної схеми з добривами (без добрив, Р, NP, NK, РК, одинарна й подвійна дози NPK, гній, гній + NPK), вивчається вплив 5–7 та 10-пільних сівозмін з різною насиченістю зерновими культурами і буряками цукровими (відповідно в межах 40–80 та 10–40 %), а також «вічного пару» на динаміку родючості чорнозему типового, врожайність сільськогосподарських культур та якість їхньої продукції [17].

Аналогічний дослід також проводили в Росії під керівництвом Д. М. Прянишникова з 1912 р. на дослідних полях Тимирязівської сільськогосподарської академії. У досліді на удобреному фоні врожайність жита озимого у сівозміні була в 1,8 раза вищою, ніж за умови беззмінного його вирощування, а вівса – в 1,6 раза. Продуктивність картоплі впродовж перших 3-х років вирощування на тому самому місці не відрізнялася від урожайності культури в сівозміні. У наступні 3 роки вона зменшилася на не удобреному фоні на 55 %, а на удобреному – на 40 % [7–13].

Мета досліджень. Визначити вплив природних та антропогенних факторів на рівень продуктивності пшениці озимої в умовах беззмінного вирощування та динаміку органічної речовини у ґрунті.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати наступні *завдання*: вивчити вплив беззмінного вирощування пшениці озимої на зміну вмісту гумусу в чорноземі типовому; дослідити вплив беззмінного вирощування та різних систем удобрення на урожайність пшениці озимої.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження тривали протягом 1964–2017 рр., на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН України. Це центральна частина східного Лісостепу України майже на умовній межі із північним Степом і південним Лісостепом – зона недостатнього зволоження.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий на лесовій породі, який характеризується такими основними агрохімічними та агрофізичними показниками: вміст гумусу – 4,9–5,2 %; азоту, що легко гідролізується (за Тюрніним та Коновою – 119,1–127,1 мг/кг; P_2O_5 в оцтовокислій витяжці (за Чириковим) – 100,0–131 мг/кг; обмінного калію (за Масловою) – 171,0–200 мг/кг ґрунту. Щільність ґрунту – 1,05–1,17 г/см³.

Схема досліду наведена в таблиці 1. Загальна площа під дослідом 0,864 га. Посівна площа ділянки 1296 м², облікова – 120 м². Повторність досліду дворазова. Розміщення варіантів і повторень – систематичне. Агротехніка, яка застосовується у досліді, є загальноприйнятою для регіону.

Протягом періоду проведення досліджень висівали наступні сорти пшениці озимої: Миронівська 808 (1964–1974 рр.), Одеська 51 (1975–1985 рр.), Чайка (1986–1989 рр.), Альбатрос одеський (1990–1996 рр.), Коломак 5 (1997–2000 рр.), Одеська 267 (2001–2002 рр.), Ніконія (2003 р.), Донська напівкарликова (2004 р.), Селянка (2005 р.), Васирина (2006–2010 рр.), Вдала (2011–2013 рр.), Ужинок (2014 р.), Ватажок (2015–2017 рр.).

Результати досліджень та їх обговорення

1983 року після реконструкції досліду був уведений варіант без внесення добрив (контроль). Проведений агрохімічний аналіз ґрунтових зразків дав змогу встановити, що на контрольній ділянці вміст гумусу дорівнював 5,04 %, а на удобрених варіантах, де на фоні мінеральних добрив ($N_{51}P_{51}K_{55}$) вносилися гній як органічне добриво в дозі 30 т/га щорічно, а також раз у три роки, він становив 5,01 і 5,07 % (табл. 1). За 33 роки спостережень цей показник відповідно до систем удобрення зменшився на 5,6; 0,4; 2,4 т/га, або у середньому за рік деградаційний процес відповідно відзначався такими темпами втрат гумусу – мінус 0,17; мінус 0,01; мінус 0,07 т/га.

1. Зміна вмісту гумусу в чорноземі типовому за умови беззмінного вирощування пшениці озимої

Системи удобрення	1983 р.		1995 р.		2016 р.		± до вихідного	
	вміст гумусу, %	% до контролю	вміст гумусу, %	% до контролю	вміст гумусу, %	% до контролю	т/га	середнє за рік, т/га
Без добрив (контроль)	5,04	100	4,92	100	4,90	100	-5,6	-0,17
Гній 30 т/га щорічно + $N_{51}P_{51}K_{55}$	5,01	99	4,99	101	5,00	102	-0,4	-0,01
Гній 30 т/га 1 раз в три роки + $N_{51}P_{51}K_{55}$	5,07	101	5,03	102	5,01	102	-2,4	-0,07

Варіанти удобрення пшениці озимої, що вивчалися в досліді, сприяли зменшенню інтенсивності втрат гумусу з ґрунту, відповідно у 17 і 2,4 раза.

Облік урожайності пшениці озимої в умовах беззмінного вирощування показав її варіювання як за варіантами удобрення, так і від міри сприятливості погодних умов періоду вегетації (табл. 2). Якщо в середньому за третє десятиріччя (1983–1992 рр.) проведення досліджень середня урожайність на ділянках без внесення добрив становила 2,43 т/га, то за четверте (1993–2002 рр.) вона зменшилася до 2,34 т/га, однак у наступне десятиріччя і п'ятиріччя (2003–2012; 2013–2017 рр.) навіть зросла до 3,11 і 3,32 т/га.

Максимальним рівень урожайності пшениці озимої як на контролі, так і на фоні внесення органічних і мінеральних добрив був отриманий 2008 р. – 5,90; 7,05 т/га, а мінімальний, відповідно до систем удобрення 0,71 т/га (1991 р.) та 1,00 т/га (1999 р.).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Урожайність пшениці озимої за умови беззмінного вирощування, т/га

Роки	Система удобрення			
	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	гній 20 т/га + N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	гній 20 т/га + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀
1964–1973	2,29	2,42	2,28	2,42
1974–1982	2,24	2,36	2,24	2,30
середнє	2,27	2,39	2,26	2,36
	Система удобрення після реконструкції			
	без добрив (контроль)	гній 30 т/га 1 раз в три роки + N ₅₁ P ₅₁ K ₅₅	гній 30 т/га щорічно + N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	
1983–1992	2,43	3,29	3,37	
1993–2002	2,10	2,87	2,96	
2003–2012	3,11	4,01	4,21	
2013–2017	3,32	4,20	4,31	
середнє	2,74	3,59	3,71	
НІР 0,95	0,27			

Проведений аналіз урожайності пшениці озимої показав, що і за екстремальних погодних умов для культури, які мали місце 1991, 1999, 2010 рр., (сума опадів за сільськогосподарський рік – 441,6; 455,9; 517,8 мм (норма 569 мм), за осінній період вегетації (серпень – жовтень) – 132,7; 98,2; 78,2 мм (норма 132,0 мм) і за весняний (квітень – травень) – 99,0; 73,0; 36,1 мм (норма 91,0 мм), застосування добрив забезпечило вищу зернову продуктивність порівняно з контролем. У вищезазначені роки урожайність пшениці озимої на варіанті без добрив становила відповідно 0,71; 0,89; 0,92 т/га, а на фоні мінеральних і органічних добрив цей показник дорівнював відповідно 1,92; 1,00; 1,87 і 2,15; 1,51; 1,96 т/га.

Високий рівень урожайності пшениці озимої спостерігали окрім 2008 р., ще й 1990, 2004, 2017 рр., і відповідно до зазначених років та варіантів удобрення він був на такому рівні: 3,72; 4,40; 3,95 і 5,83; 4,55; 4,60 та 6,07; 4,72; 4,56 т/га. Кількість опадів, що випала за вегетаційні періоди її розвитку становила 479,0; 681,4; 416,3 мм, за осінній період – 156,2; 265,6; 248,3 мм та за весняний період – 98,7; 90,0; 73,8 мм.

Варто відмітити, що в середньому за роки з високою урожайністю пшениці сума опадів за сільськогосподарський рік та за весняний період вегетації була вищою відповідно на 11,4 і 26,1 %, порівняно до років із низьким рівнем зернової продуктивності культури, однак за осінній вегетаційний період цей показник зріс до 116,9 %. Це свідчить про те, що погодні умови, зокрема кількість опадів за осінній період вегетації пшениці озимої, має суттєвий вплив на ріст і розвиток культури, формування її продуктивного потенціалу. Це підтверджує й математичний обробіток даних, який вказує на тісний кореляційний взаємозв'язок між урожайністю пшениці озимої та сумою опадів за осінній період, відповідно до варіантів удобрення $r=0,88$; $r=0,71$; $r=0,69$.

Отже, узагальнення отриманих даних показує, що тривале беззмінне вирощування пшениці озимої супроводжується як зменшенням вмісту гумусу ґрунті, так і зниженням зернової продуктивності культури. Це підтверджує встановлену раніше закономірність, що вирощування пшениці в монокультурі супроводжується більшим витрачанням органічної речовини ґрунту порівняно із тривалим вирощуванням на постійній ділянці бобових культур [14, 15].

Висновки

Багаторічний стаціонарний дослід з беззмінного вирощування пшениці озимої має важливе значення в науковому обґрунтуванні тенденцій у сучасному землеробстві. Застосування органічних і мінеральних добрив за умови тривалого вирощування пшениці озимої на постійній ділянці сприяє зменшенню інтенсивності втрат гумусу з ґрунту та негативного впливу несприятливих погодних умов на формування рівня врожайності культури.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспективами подальших досліджень є вивчення впливу беззмінного вирощування пшениці озимої на динаміку поживних речовин, агрофізичні властивості ґрунту.

References

1. Belyavskij, Yu. V., & Opara, N. N. (2008). Bessmennaya rozh 124 goda na odnom pole. *Zerno*, 4, 17–23 [In Russian].
2. Kohan, A. V., Glushenko, L. D., Len, A. I., Olepir, R. V., Samojlenko, E. A., & Gangur, V. V. (2019). Bessmennoe vyrashivanie ozimoy pshenicy i ee vliyanie na fitosanitarnoe sostoyanie posevov, agrohimičeskoe i agrofizičeskoe sostoyanie pochvy, uroven produktivnosti. *Vestnik Belorusskoj Gosudarstvennoj Selskohozyajstvennoj Akademii*, 2, 181–186 [In Russian].
3. Vlasova, O. I. (1994). Vliyanie predshestvennikov i bessmennyh posevov ozimoy pshenicy na biologicheskuyu aktivnost pochvy. *Aktualnye Aspekty Povysheniya Plodorodiya Pochv: Sbornik Nauchnyh Trudov*, 48–49 [In Russian].
4. Vostruhin, N. P. (2014). Dlitelnye stacionarnye polevye opyty – neotemlemaya sostavlyayushaya fundamentalno-prikladnyh issledovanij v zemledelii. *Vesci Nacyyanal'naj Akademii Navuk Belarusi*, 4, 38–45 [In Russian].
5. Skrylnyk, Ye. V., Kutova, A. M., Filimonchuk, Ya. S., & Moskalenko, V. P., (2015). Vplyv antropohennykh faktoriv na humusnyi stan i vmist pozhyvnykh rečovyn u chornozemi typovomu, *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9, 12–16 [In Ukrainian].
6. Hanhur, V. V., Brazhenko, I. P., Tkachenko, S. K. (2009). Vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi bezzminno ta v sivozmini: biometryčni parametry, urozhainist zerna. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 33–35 [In Ukrainian].
7. Matyuk, N. S., Mazirov, M. A., Polin, V. D., & Kasheeva, D. M. (2012). Dejstvie 100-letnih bessmennyh kultur na agrohimičeskie svojstva dernovo-podzolistoj pochvy. *Agrohimičeskij Vestnik*, (6), 25–29 [In Russian].
8. Dospheov, B. A. (1972). Nekotorye itogi stacionarnogo polevogo opyta Timiryazevskoj akademii za 60 let. *Izvestiya Timiryazevskoj Selskohozyajstvennoj Akademii*, 6, 28–47 [In Russian].
9. Dospheov, B. A., Kiryushin, B. D., & Braterskaya, A. N. (1976). Dejstvie 60-letnego primeneniya udobrenij, periodičeskogo izvestkovaniya i sevooborota na agrohimičeskie svojstva dernovo-podzolistoj pochvy. *Agrohimiya*, 4, 3–14 [In Russian].
10. Dospheov, B. A. (1976). *Nauchnye osnovy intensivnogo zemledeliya v Nečernozemnoj zone*. Moskva: Kolos [In Russian].
11. Kiryushin, B. D. (1999). Rol dlitelnyh polevyh eksperimentov v agronomii i nekotorye osobennosti ih provedeniya. *Izvestiya Timiryazevskoj Selskohozyajstvennoj Akademii*, 11, 15–26 [In Russian].
12. Mazirov, M. A., & Safonov, A. F. (2010). Dlitelnyj polevoj opyt RGAU-MSHA: sushnost i etapy razvitiya. *Izvestiya Timiryazevskoj Selskohozyajstvennoj Akademii*, 2, 66–75 [In Russian].
13. Mazirov, M. A., Savoskina, O. A., & Belenkov, A. I. (2014). Dlitelnyj polevoj opyt i opyt CTZ RGAUMSHA imeni K. A. Timiryazeva: itogi issledovanij i perspektivy. *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya, posvyashennaya 150-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V. R. Vilyamsa i 100-letiyu so dnya rozhdeniya I. S. Kauricheva*. Moskva: RGAU-MSHA imeni K. A. Timiryazeva [In Russian].
14. Malynovska, I. M., Bohovin, A. V., & Ptashnik, M. M. (2009). Formuvannia mikrobiotsenoziv ґрунту za riznykh sposobiv vidtvorennia roslynnykh uhrupuvan. *Zemlerobstvo*, 81, 105–118 [In Ukrainian].
15. Malynovska, I. M., & Shumska, H. I. (2009). Vplyv typu roslynnoho uhrupovannia na stan mikrobiotsenozu dvorichnoho perelohu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, 72, 169–175 [In Ukrainian].
16. Hlushchenko, L. D., Kokhan, A. V., Hanhur, V. V., Olepir, R. V., Len, O. I., & Breheda, S. H. (2018). Produktivnist zhyta ozymoho za bezzminnoho vyroshchuvannia. *Ahroekologichnyi Zhurnal*, 2, 61–67 [In Ukrainian].
17. Rusynov, V. I., Yablunivska, M. P., & Shevchenko, A. I. (2006). Urozhainist providnykh silskohospodarskykh kultur u sivozmini ta bezzminnoho yikh vyroshchuvannia. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletен Myronivskoho Instytutu Pshenytsi im. V. M. Remesla UAAN*, 5, 220–226 [In Ukrainian].
18. Anon (1957). Alternate wheat and fallow, Hoosfield, in Field Experiments Section. *Rothamsted Ex-*

perimental Station Report for 1956, 184–187. doi: 10.23637/ERADOC-1-117.

19. Jenkinson, D. S. (1991). The Rothamsted Long-Term Experiments: Are They Still of Use? *Agronomy Journal*, 83 (1), 2–10. doi: 10.2134/agronj1991.00021962008300010008x.

20. Chmielewski, F. (1992). Impact of climate changes on crop yields of winter rye in Halle (southeastern Germany), 1901 to 1980. *Climate Research*, 2, 23–33. doi: 10.3354/cr002023.

Стаття надійшла до редакції 09.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Кохан А. В., Глущенко Л. Д., Оленір Р. В., Лень О. І. Вплив природних і антропогенних факторів на динаміку гумусу та продуктивність пшениці озимої в умовах беззмінного вирощування. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 43–49.

© Гангур Володимир Васильович, Кохан Андрій Володимирович, Глущенко Леонід Данилович,
Оленір Роман Вікторович, Лень Олександр Іванович, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



original article | UDC 631.5:633.358 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.06

MINERAL NUTRITION AS A FACTOR OF INCREASING PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY AND YIELD OF FIELD PEA

L. S. Yeremko,

ORCID ID: [0000-0001-5641-7436](https://orcid.org/0000-0001-5641-7436), E-mail: yeremkol@ukr.net,

V. V. Hanhur,

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

O. O. Kyrychok,

E-mail: kirichok-oleg@ukr.net,

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

D. P. Sokyрко,

E-mail: sokirko.dp@gmail.com,

NSC "Institute of Agriculture of NAAS", 2b, Mashynobudivnykiv str., township of Chabany, Kyiv-Sviatoshynskyi district, Kyiv region, 08162, Ukraine

Grain legume crops, field pea (*Pisum sativum* L.) in particular, combine two major physiological processes – photosynthesis and symbiotic nitrogen fixation. Due to this, they not only satisfy their own nitrogen requirements, but also increase soil fertility and improve the ecological status of agro-phytocenoses. These crops have a unique chemical composition, combining high protein content with high amounts of fat and carbohydrates. Due to their peculiarities, they occupy a prominent place among the crops of world arable farming. Therefore, it is urgent to develop technological measures to control the processes of forming the productive potential of field pea. The purpose of the research was to find out the effect of seed inoculation with microbiological preparation, different levels of mineral fertilizers' application on the formation of photosynthesis active surface, its productivity and yield of pea grain. The following scientific methods were used in the research: analysis, synthesis, field, and statistical. The results of the conducted studies show that the optimization of plant nutrition due to different levels of mineral fertilization, as well as biological nitrogen and seed inoculation with Rizogumin microbiological preparation contributed to improving the conditions of the assimilation apparatus formation, in particular to increasing the area of the crops' leaf surface by 0.4–2.6 thousand m²/ha or 1.5–8.4 %. It was found that the net productivity of photosynthesis, on average during the pea cultivation season, varied from 4.07 to 6.76 g/m² per day on different backgrounds of mineral fertilizers' application, increasing with the improvement of the plant supply of with mineral nutrients. It also contributed to the prolongation of the period of the leaf surface in the photosynthesis active state, which was evidenced by increasing the values of photosynthetic potential from 1.03 to 1.41 thousand m²/ha. It was determined that the yield of pea grain as a result of using mineral fertilizers increased by 0.23–0.51 t/ha or by 7.9–17.6 %, seed inoculation by 0.15 t/ha or 5.2 %, the combination of seed inoculation and mineral fertilization – by 0.29–0.62 t/ha or 9.5–20.3%. The experiment also demonstrated the increase of crop yields at transferring part of nitrogen from the basic application to additional fertilization, both together with pre-sowing treatment of seeds with Rizogumin microbiological preparation and without it.

Key words: field pea (*Pisum sativum* L.), area of leaf surface, photosynthetic productivity, mineral nutrition, seed inoculation, yield.

МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ Й УРОЖАЙНОСТІ ПОСІВІВ ГОРОХУ

Л. С. Єремко, В. В. Гангур, О. О. Киричок,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Д. П. Сокирко,

ННЦ «Інститут землеробства НААН», вул. Машинобудівників, 2-б, с. м. т. Чабани, Києво-Святошинський район, Київська область, 08162, Україна

*Зернові бобові культури, зокрема і горох посівний (*Pisum sativum* L.) поєднують два найважливіших фізіологічних процеси – фотосинтез та симбіотичну азотфіксацію. Завдяки цьому вони не лише забезпечують власні потреби в азоті, а й підвищують родючість ґрунтів та поліпшують екологічний стан агрофітоценозів. Ці культури мають унікальний хімічний склад, поєднуючи високий вміст білка з підвищеними кількостями жирів та вуглеводів. Завдяки своїм особливостям вони посідають чільне місце серед культур світового землеробства. Тому актуальним є розроблення технологічних заходів управління процесами формування продуктивного потенціалу гороху посівного. Метою досліджень було з'ясувати вплив інокуляції насіння мікробіологічним препаратом, різних рівнів застосування мінеральних добрив на формування фотосинтетично активної поверхні, її продуктивність та урожайність зерна гороху. У процесі дослідження використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Результати проведених досліджень свідчать, що оптимізація живлення рослин за рахунок різних рівнів мінерального добрива, а також біологічного азоту за умови проведення інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін сприяли покращенню умов формування асиміляційного апарату, зокрема збільшення площі листкової поверхні посівів на 0,4–2,6 тис. м²/га або 1,5–8,4 %. Встановлено, що чиста продуктивність фотосинтезу в середньому за період вегетації гороху на різних фонах внесення мінеральних добрив змінювалася від 4,07 до 6,76 г/м² добу, збільшуючись по мірі покращання забезпеченості рослин елементами мінерального живлення. Це також сприяло подовженню тривалості періоду перебування листкової поверхні у фотосинтетично активному стані, про рівень якої свідчить збільшення значень фотосинтетичного потенціалу від 1,03 до 1,41 тис. м²/га. Визначено, що урожайність зерна гороху від застосування мінеральних добрив збільшилася на 0,23–0,51 т/га або 7,9–17,6 %, інокуляції насіння – на 0,15 т/га або 5,2 %, поєднання інокуляції насіння і мінерального удобрення – на 0,29–0,62 т/га або 9,5–20,3 %. У досліді також відмічено підвищення урожайності культури за умови перенесення частини азоту із основного внесення в підживлення як на фоні із допосівним обробленням насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін, так і без нього.*

Ключові слова: горох посівний (*Pisum sativum* L.), площа листкової поверхні, фотосинтетична продуктивність, мінеральне живлення, інокуляція насіння, урожайність.

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И УРОЖАЙНОСТИ ПОСЕВОВ ГОРОХА

Л. С. Єремко, В. В. Гангур, О. О. Киричок,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Д. П. Сокирко,

ННЦ «Институт земледелия НААН», ул. Машиностроителей, 2-б, п. г. т. Чабаны, Киево-Святошинского района, Киевской области, 08162, Украина

*Зерновые бобовые культуры, в том числе и горох посевной (*Pisum sativum* L.) сочетают в себе два важнейших физиологических процесса – фотосинтез и симбиотическая азотфиксация. Поэтому, актуальным является разработка технологических приемов управления процессами формирования продуктивного потенциала гороха посевного. Целью исследований было выяснить влияние инокуляции семян микробиологическим препаратом различных уровней применения минеральных удобрений на формирование фотосинтетически активной поверхности, ее продуктивность и урожайность зерна гороха. В процессе исследования использованы следующие научные методы: анализ, синтез, полевой, статистический. Определено, что урожайность зерна гороха*

от применения минеральных удобрений увеличилось на 0,23–0,51 т/га или 7,9–17,6 %, инокуляции семян – на 0,15 т/га или 5,2 %, сочетание инокуляции семян и минерального удобрения – на 0,29–0,62 т/га или 9,5–20,3 %. В опыте также отмечено повышение урожайности культуры при перенесении части азота с основного внесения в подкормку.

Ключевые слова: горох посевной (*Pisum sativum* L.), площадь листовой поверхности, фотосинтетическая продуктивность, минеральное питание, инокуляция семян, урожайность.

Вступ

Подолання проблеми дефіциту білкових ресурсів, що забезпечують повноцінне харчування людей і годівлю сільськогосподарських тварин, нерозривно пов'язане зі стабілізацією виробництва зерна бобових культур через упровадження у виробництво високоефективних конкурентоспроможних технологій вирощування та вдосконаленням уже наявних, які б забезпечували максимальну реалізацію потенціалу біологічної продуктивності сучасних сортів.

Однією з провідних культур цієї групи є горох посівний (*Pisum sativum* L.), зерно якого містить 21–25 % білка, збалансованого за вмістом незамінних амінокислот, зокрема й критичних, 29–54 % крохмалю, 4–10 % цукру, 0,7–1,6 % олії, а також вітаміни А, В₁, В₂, В₆, С, РР, К, холін, солі калію, марганцю, фосфору, кальцію [5, 16]. Його рослини в симбіозі з бульбочковими бактеріями виду *Rhizobium* здатні фіксувати до 70–160 кг/га азоту та залишати в пожнивних і кореневих рештках до 30 % засвоєної кількості такого елементу живлення, що потім використовується наступними культурами сівозміни [1, 17].

Невід'ємним складником агротехнологічного процесу вирощування гороху, спрямованим на підвищення біологічної фіксації молекулярного азоту, покращання умов росту і розвитку рослин, формування їхньої продуктивності є застосування мінеральних добрив та мікробіологічних препаратів поліфункціональної дії на основі специфічних штамів азотфіксуючих бульбочкових бактерій, що характеризуються високою вірулентністю та активністю.

Формування врожаю сільськогосподарських культур визначається надходженням поживних речовин та використанням їх разом з органічними сполуками, утвореними у процесі фотосинтезу і симбіотичної азотфіксації в ході онтогенезу рослин.

Рівень симбіотичної активності залежить від наявності у ґрунті мінеральних сполук азоту. Їхній надлишок пригнічує формування і нітрогеназну активність бобово-ризобіального комплексу. Водночас у перші 3–4 тижні після сходів до початку утворення й активного функціонування симбіотичного апарату доцільним є внесення стартових доз мінерального азоту [12].

Азот входить до складу хлорофілу, вітамінів, амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, АТФ [11, 15]. У разі достатньої забезпеченості рослин цим макроелементом збільшуються розміри асиміляційної поверхні, підвищується продуктивність фотосинтетичної діяльності, що сприяє зростанню врожайності та покращанню якісних показників [14, 18]. Крім того азот стимулює поглинання й використання рослинами інших елементів мінерального живлення, зокрема фосфору й калію [11].

Фосфор є складовою частиною нуклеїнових кислот, нуклеотидів, ферментів і продуктів фотосинтетичного та дихального циклів [9]. За умови достатньої забезпеченості рослин фосфором покращуються умови росту кореневої системи, підвищується інтенсивність наростання вегетативної та асиміляційної поверхні рослин, збільшується надходження продуктів фотосинтезу до плодів та насіння у процесі їх формування та досягання [3, 20].

Калій бере участь у процесах біосинтезу хлорофілу, АТФ, білка, підтримує рівновагу електричних зарядів, необхідних для процесу фотофосфорилування у хлоропластах, регулює поглинання й транспірацію води, що сприяє підвищенню посухостійкості рослин, відіграє ключову роль у контролі рН клітин [10, 13, 19]. В умовах дефіциту калію тканини листкових пластинок нижніх ярусів та периферійної частини між жилками відмирають, а за умови його надлишку скорочується вегетаційний період рослин через зменшення тривалості проходження фаз формування й досягання бобів та зерен у них, унаслідок чого зменшуються їхні розміри та маса [8].

Однією з умов підвищення рівня продуктивності агроценозів є забезпечення надходження достатньої кількості поживних речовин у ході онтогенетичного розвитку рослин і використання їх разом з фотоасимілятами у процесах обміну на формування вегетативної частини та господарсько-цінних органів.

Мета досліджень – вивчити вплив мікробіологічного препарату комплексної дії Ризогумін, різних доз мінеральних добрив, способів внесення мінерального азоту на фотосинтетичну продуктивність та

урожайність зерна гороху.

Завдання дослідження: вивчити вплив мікробіологічного препарату комплексної дії Ризогумін та різних доз мінеральних добрив на фотосинтетичну діяльність посівів гороху; дослідити вплив мінеральних добрив, інокуляції насіння на урожайність зерна гороху.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження тривали протягом 2015–2017 рр. на базі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, із вмістом гумусу в шарі 0–20 см 4,9–5,2 %; азоту, що легко гідролізується – 5,4–6,8 мг/100 г ґрунту (за Тюрніним та Кононовою); P_2O_5 в оцтовокислій витяжці – 10,0–12,3 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,0–17,7 мг/100 г ґрунту (за Масловою), реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН сольової витяжки – 6,3).

Повну схему дослідів наведено в таблиці 1. Внесення мінеральних добрив проводилося під передпосівну культивування, а позакореневе підживлення мінеральним азотом – у фазу – початок гілкування гороху.

Інокуляцію насіння проводили мікробіологічним препаратом комплексної дії Ризогумін з розрахунку 300 г на одну гектарну норму насіння.

Повторність дослідів триразова. Розміщення варіантів і повторень – рендомізоване. Посівна площа ділянки становила 100 м², облікова – 80 м². Технологія вирощування гороху була загальноприйнятою для зони лівобережного Лісостепу, окрім агротехнічних прийомів, що вивчалися.

Для розв'язання поставлених завдань був проведений комплекс спостережень, обліків і аналізів. Площу листової поверхні визначали методом висічок [7]. Фотосинтетичний потенціал посіву (ФП) знаходили шляхом вимірювання площі листової поверхні в певні фази росту й розвитку рослин за методикою А. А. Ничипорович [6]. Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали як швидкість збільшення сухої маси на одиницю листової поверхні за певний проміжок часу, г/м² за добу за формулою Кідда, Веста і Бріггса [4]. Облік урожайності проводили на кожній ділянці методом суцільного обмолоту комбайном SAMPO-500.

Результати досліджень та їх обговорення

Експериментальні дані свідчать, що внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню кількості листків на рослинах та їх площі. У фазі зав'язування бобів площа листової поверхні посівів гороху збільшувалася від 30,9 тис. м²/га за умови внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ до 39,2 тис. м²/га на фоні мінерального добрива $N_{45}P_{45}K_{45}$ (табл. 1).

Потреба рослин у забезпеченості основними елементами мінерального живлення змінювалася впродовж вегетаційного періоду. Найвищою вона була у фазах гілкування й бутонізації, під час яких відбувалося інтенсивне наростання надземної маси та формування асиміляційної поверхні. Проведення підживлення рослин мінеральним азотом у цей період виявилось більш ефективним порівняно із повним удобренням під передпосівну культивування.

Оптимізація живлення рослин мінеральним та біологічним азотом за рахунок проведення інокуляції насіння та підживлення рослин у фазі гілкування покращувала умови формування асиміляційного апарату, про що свідчить збільшення площі листової поверхні посівів на 0,4–2,6 тис. м²/га або 1,5–8,4 %.

Накопичення органічної речовини, створеної у процесі фотосинтезу відбувалося впродовж усього періоду вегетації гороху. У цьому відношенні кількість поглиненої сонячної енергії та абсолютне значення акумульованої органічної речовини залежали не лише від величини площі листової поверхні, але й від тривалості періоду її функціонування та інтенсивної роботи. Для характеристики тривалості перебування листового апарату у функціональному стані та продуктивності його фотосинтетичної активності був визначений фотосинтетичний потенціал посівів гороху.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Фотосинтетична продуктивність посівів гороху залежно від забезпеченості рослин елементами мінерального живлення та інокуляції насіння, (2015–2017 рр.)

Варіант	Фітомаса рослин, г	Маса рослин в абсолютно сухому стані, г	Площа листової поверхні посіву, тис. м ² /га	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² добу	Фотосинтетичний потенціал, тис. м ² /га
Сівба не інокульованим насінням					
Без добрив (контроль)	28,5	6,68	25,9	4,05	0,85
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	35,3	7,85	30,9	4,07	1,03
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	36,8	8,61	34,7	4,37	1,18
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅ (прикореневе підживлення)	35,0	8,48	35,2	4,51	1,21
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	36,1	9,51	39,2	6,76	1,37
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ (прикореневе підживлення)	38,0	9,90	40,7	5,68	1,41
Сівба інокульованим насінням					
Без добрив (контроль)	31,8	7,46	26,3	4,37	0,88
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	37,9	9,33	33,5	4,49	1,12
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	41,8	9,83	35,9	4,60	1,23
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅ (прикореневе підживлення)	41,5	10,0	36,6	5,12	1,29
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	41,6	10,8	40,6	6,77	1,43
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ (прикореневе підживлення)	42,7	11,4	43,2	6,11	1,48

Покращання поживного режиму рослин за рахунок внесення мінеральних добрив сприяло подовженню тривалості перебування листової поверхні в активному стані, на що вказує збільшення значень фотосинтетичного потенціалу від 1,03 до 1,41 тис. м²/га. При цьому варто звернути увагу на те, що не тільки дози внесення мінеральних добрив, але й час їх застосування можуть позначитися на інтенсивності проходження процесів наростання надземної маси рослин та формування їхньої продуктивності. Підживлення рослин мінеральним азотом у дозі діючої речовини N₁₅ на фоні внесення N₁₅P₃₀K₃₀ та N₃₀P₄₅K₄₅ у фазі гілкування, виявилось більш ефективним порівняно із одноразовим внесенням мінеральних добрив у передпосівну культивуацію, про що свідчить підвищення значень фотосинтетичного потенціалу посівів до 1,21 та 1,41 тис. м²/га, відповідно.

За умови сівби інокульованим насінням тривалість перебування листового апарату у функціональному стані подовжувалася. Величина фотосинтетичного потенціалу зростала від 1,12 тис. м²/га на фоні внесення N₁₅P₁₅K₁₅ до 1,43 тис. м²/га, у разі мінерального добрива N₄₅P₄₅K₄₅. На варіантах з перенесенням частини дози азоту в підживлення значення цього показника підвищувалися на 3,49–4,88 % порівняно з повним мінеральним удобренням під передпосівну культивуацію.

Результати досліджень свідчать, що чиста продуктивність фотосинтезу, в середньому за вегетаційний період гороху, на фонах внесення мінеральних добрив змінювалася від 4,07 до 6,76 г/м² добу, збільшуючись по мірі покращання забезпеченості рослин елементами мінерального живлення.

У варіантах застосування мікробіологічного препарату комплексної дії Ризогумін кількість продуктів фотосинтезу, створених одиницею листової поверхні, підвищувалася на 0,85–10,3 %, порівняно з контролем. Проведення підживлення мінеральним азотом на фонах удобрення N₁₅P₃₀K₃₀ виявилось більш ефективним порівняно із внесенням повної дози добрив під передпосівну культивуацію.

Покращання поживного режиму сприяло підвищенню інтенсивності накопичення рослинами органічної речовини, на що вказує збільшення їхньої фітомаси та маси абсолютно сухої речовини порівняно з контролем на 19,3–33,3 % та 14,9–32,5 % відповідно, однак дробне внесення мінерального азоту було більш ефективним.

За умови сівби насінням, обробленим мікробіологічним препаратом Ризогумін, інтенсивність наростання надземної біомаси рослин гороху зростала по мірі збільшення дози мінеральних добрив. Найбільш сприятливі умови росту надземної частини рослин створювалися у разі внесення N₃₀P₄₅K₄₅ + N₁₅ (підживлення), де фітомаса рослин та їх абсолютно суха маса становили відповідно 42,7 г і 11,4 г, що відповідно на 14,2 і 4,72 г або 49,8 і 70,7 % більше, ніж на контрольному варіанті.

У досліді відмічено відмінності в рівнях зернової продуктивності посівів гороху на різних фонах

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

мінерального живлення. Максимальну урожайність 3,41 т/га було одержано у варіанті з проведенням підживлення мінеральним азотом у фазі гілкування на фоні внесення $N_{30}P_{45}K_{45}$ (табл. 2).

Допосівна інокуляція насіння мікробіологічним препаратом комплексної дії Ризогумін сприяла підвищенню інтенсивності фіксації молекулярного азоту посівами гороху, покращувала умови мінерального живлення рослин, що супроводжувалося зростанням зернової продуктивності культури.

2. Урожайність зерна гороху залежно від забезпеченості рослин елементами мінерального живлення та інокуляції насіння, (2015–2017 рр.)

Варіант		Урожайність зерна, т/га			Середнє за 3 роки, т/га
		2015 р.	2016 р.	2017 р.	
Сівба не інокульованим насінням					
Без добрив (контроль)		2,31	4,07	2,32	2,90
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅		2,42	4,4	2,56	3,13
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀		2,50	4,48	2,72	3,23
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅ (прикореневе підживлення)		2,55	4,56	2,71	3,27
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅		2,54	4,41	3,03	3,33
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ (прикореневе підживлення)		2,63	4,46	3,15	3,41
Сівба інокульованим насінням					
Без добрив (контроль)		2,52	4,24	2,38	3,05
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅		2,67	4,68	2,68	3,34
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀		2,68	4,86	2,79	3,44
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅ (прикореневе підживлення)		2,71	4,87	2,85	3,48
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅		2,81	4,77	3,23	3,60
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ (прикореневе підживлення)		2,83	4,83	3,34	3,67
НІР _{0,95}	фактор А (добрива)	0,09	0,06	0,12	–
	фактор В (інокуляція насіння)	0,08	0,10	0,20	–
	взаємодія АВ	0,18	0,13	0,28	–

На фонах мінерального удобрення, що вивчалися, сівба інокульованим насінням забезпечила приріст урожайності зерна на рівні 4,91–7,50 %. Найбільш продуктивними виявилися посіви на варіанті з внесенням $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ (прикореневе підживлення).

Отже, внесення мінеральних добрив та використання мікробіопрепарату комплексної дії підвищувало рівень фотосинтетичної продуктивності рослин та інтенсивність нагромадження сухої біомаси врожаю за рахунок збільшення розмірів асиміляційної поверхні та подовження тривалості перебування її у функціональному стані.

Асиміляти, утворені у процесі фотосинтетичної діяльності використовувалися надалі рослинами для реалізації морфогенетичної програми росту і розвитку, що в кінцевому результаті визначило їхні розміри [2].

Висновки

Внесення мінеральних добрив та використання мікробіопрепарату комплексної дії підвищувало рівень фотосинтетичної продуктивності рослин та інтенсивність нагромадження сухої біомаси врожаю за рахунок збільшення розмірів асиміляційної поверхні та подовження тривалості перебування її у функціональному стані. При вирощуванні гороху на зерно в зоні лівобережного Лісостепу України найбільш доцільною є сівба насінням, обробленим мікробіологічним препаратом Ризогумін на фоні внесення $N_{30}P_{45}K_{45}$, з подальшим проведенням підживлення рослин у фазі гілкування мінеральним азотом у дозі N_{15} . Це дає змогу підвищити фотосинтетичну продуктивність посівів та збільшити урожайність зерна культури до 3,67 т/га.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспективами подальших досліджень є вивчення різних строків внесення мінерального азоту на ефективність симбіотичної азотфіксації.

References

1. Adamen, F. F. (1999). Azotfiksatsiia ta osnovni napriamy polipshennia azotnoho balansu gruntiv. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 2, 9–16 [In Ukrainian].
2. Huliev, B. Y. (1981). Voprosy kolychestvennoho opysaniia rostovykh funktsyi rasteniy.

Fyzyolohyia Byokhymyia Kulturnykh Rasteniy, 3 (13), 227–238 [In Russian].

3. Huliaev, B. Y., & Patyka, V. P. (2004). Fosfor kak enerhetycheskaia osnova protsessov fotosyntheza, rosta y razvytyia rastenyi. *Ahroekolohichnyi Zhurnal*, 2, 3–9 [In Russian].

4. Hrytsaenko, Z. M., Hrytsaenko, A. O., & Karpenko, V. P. (2003). *Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslyn i gruntiv*. Kyiv: Nichlava [In Ukrainian].

5. Kaminskyi, V. F. (2000). Stan ta perspektyvy vyrobnytstva horokhu v Ukraini. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5, 22–25 [In Ukrainian].

6. Nichiporovich, A. A., Stroganova L. E., Chmora S. N., Vlasova M. P. (1961). *Fotosinteticheskaya deyatel'nost rasteniy v posevah*. Moskva: Izdatel'stvo AN SSSR

7. Yeshchenko, V. O. (Eds.). (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii*. Vinnytsia: Edelveis i K.

8. Rozvadovskyi, A. M. (1988). *Intensyvna tekhnolohiia vyroshchuvannia horokhu*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].

9. Allen, J. F. (2002). Photosynthesis of ATP–Electrons, Proton Pumps, Rotors, and Poise. *Cell*, 110 (3), 273–276. doi: 10.1016/s0092-8674(02)00870-x.

10. Amtmann, A., Hammond, J. P., Armengaud, P., & White, P. J. (2005). Nutrient Sensing and Signaling in Plants: Potassium and Phosphorus. *Incorporating Advances in Plant Pathology*, 209–257. doi: 10.1016/s0065-2296(05)43005-0.

11. Bloom, A. J. (2015). The increasing importance of distinguishing among plant nitrogen sources. *Current Opinion in Plant Biology*, 25, 10–16. doi: 10.1016/j.pbi.2015.03.002.

12. Di Paolo, E., Garofalo, P., & Rinaldi, M. (2015). Irrigation and nitrogen fertilization treatments on productive and qualitative traits of broad bean (*Vicia fabavar.minor*L.) in a Mediterranean environment. *Legume Research – An International Journal*, 38 (2), 209. doi: 10.5958/0976-0571.2015.00069.7.

13. George, E., Marschner, H., & Jakobsen, I. (1995). Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Uptake of Phosphorus and Nitrogen From Soil. *Critical Reviews in Biotechnology*, 15 (3–4), 257–270. doi: 10.3109/07388559509147412.

14. Hörtensteiner, S., & Feller, U. (2002). Nitrogen metabolism and remobilization during senescence. *Journal of Experimental Botany*, 53 (370), 927–937. doi: 10.1093/jexbot/53.370.927.

15. Maathuis, F. J. (2009). Physiological functions of mineral macronutrients. *Current Opinion in Plant Biology*, 12 (3), 250–258. doi: 10.1016/j.pbi.2009.04.003.

16. Mishra, N. (2014). Growth and yield response of pea (*pisum sativum* l.) to Integrated Nutrient Management A Review. *Journal of plant and pest science*, 1 (2), 87–95.

17. Negi, S., Sing, R., & Dwivedi, O. (2006). Effect of biofertilizers, nutrient sources and lime on growth and yield of garden pea. *Legume research*, 29 (4), 282–285.

18. Razaq, M., Zhang, P., Shen, H., & Salahuddin. (2017). Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of *Acer mono*. *PLOS ONE*, 12 (2), e0171321. doi: 10.1371/journal.pone.0171321.

19. Rojo, M. J., Carcedo, S. G., & Mateos, M. P. (1990). Distribution and characterization of phosphatase and organic phosphorus in soil fractions. *Soil Biology and Biochemistry*, 22 (2), 169–174. doi: 10.1016/0038-0717(90)90082-b.

20. Schachtman, D. P., Reid, R. J., & Ayling, S. M. (1998). Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. *Plant Physiology*, 116 (2), 447–453. doi: 10.1104/pp.116.2.447.

Стаття надійшла до редакції 09.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Єремко Л. С., Гангур В. В., Киричок О. О., Сокирко Д. П. Мінеральне живлення як фактор підвищення фотосинтетичної продуктивності і урожайності посівів гороху. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 50–56.

© Єремко Людмила Сергіївна, Гангур Володимир Васильович,
Киричок Олег Олегович, Сокирко Дмитро Петрович, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



original article | UDC 632.488.43:[632.937+631.811.98] |
doi: 10.31210/visnyk2019.03.07

THE EFFECTIVENESS OF COMPLEX APPLYING PREPARATIONS OF DIFFERENT ORIGIN AGAINST FUSARIUM ROOT ROT OF WINTER WHEAT

N. V. Gritsyuk,

ORCID ID: [0000-0002-4185-7495](https://orcid.org/0000-0002-4185-7495), E-mail: ngritsyuk78@gmail.com,

O. A. Derecha,

ORCID ID: [0000-0001-6785-8413](https://orcid.org/0000-0001-6785-8413), E-mail: derecha37@gmail.com,

A. V. Bakalova,

ORCID ID: [0000-0002-6803-6304](https://orcid.org/0000-0002-6803-6304), E-mail: bakalova1970@ukr.net,

Ya. M. Skladanovska,

E-mail: jonesa.fae@gmail.com,

T. V. Popelyanska,

E-mail: popelianskaikatatiana@gmail.com,

Zhytomyr National Agro-Ecological University, 7, Staryi Bulvar, Zhytomyr, 10008, Ukraine

The article presents the results of two-year field and laboratory studies as to the effect of pre-sowing complex treatment of winter wheat seeds with bio-fungicide, growth stimulator, chemical preparation on the cultivation of fusarium root rot and yield formation of the crop. Fusarium root rot is a widely spread disease in the wheat field. It is quite harmful in the seedling phase, slowing down their growth and development. Soil and seed infections, as well as temperature, soil moisture, and the physiological state of plants play a significant role in the spread of this disease. The most effective measure of winter wheat crop protection against soil, seed, and aerogenic infection is seed treatment. The correct combination of biological and chemical preparations at pre-sowing treatment of seeds makes it possible not only to reduce the incidence of fusarium root rot and significantly increase the crop yields, but also to reduce pesticide load on plants and soil. Such complex using of preparations will considerably improve the environmental state of agro-landscapes and the environment. It was established at treatment of winter wheat seeds with Emistim C, (10 ml/t) growth stimulator, the seedling length increases by 1.7 cm, the germination energy also increases by 3 %, the laboratory germination – by 4 %. According to the results of phyto-examination of the seeds treated with the tank mixture of chemical and biological preparations, the seed share affected with the fungi of *Alternaria* spp. genus was 0–2 %, with the fungi of *Fusarium* spp. genus – 0–1 %. Technical efficiency of applying the biological preparation, growth stimulator both individually and in combination with the chemical preparation for winter wheat seed treatment has been determined. The index of technical efficiency was the highest in the variant where Lamardor 400 FS TN was applied (0.15 l/t) with adding the Phytohelp bio-fungicide, (1.0 l/t) – (89.5 %), whereas the application Phytohelp p, (1.0 l/t) and Emistim C, (10 ml / t) preparations ensured the technical efficiency of 73.0 % and 59.0 %, respectively. It was revealed that the highest yield increase of winter wheat was obtained at the complex application of Lamardor, 400 FS TH, (0.15 l/t) in combination with Phytohelp bio-fungicide, (1.0 l/t) and Emistim C growth stimulator, (10 ml/t) – 0.9 and 0.8 t/ha, respectively.

Key words: winter wheat, fusarium root rot, biological preparations, growth stimulators, technical efficiency, productivity.

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТІВ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ ПРОТИ ФУЗАРІОЗНОЇ КОРЕНЕВОЇ ГНИЛІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Н. В. Грицюк, О. А. Дереча, А. В. Бакалова, Я. М. Складановська, Т. В. Попелянська,
Житомирський національний агроекологічний університет, Старий Бульвар, 7, м. Житомир, 10008,
Україна

У статті наведено результати дворічних польових та лабораторних досліджень з вивчення впливу передпосівної комплексної обробки насіння пшениці озимої біофунгіцидом, стимулятором росту, хімічним препаратом на розвиток фузаріозної кореневої гнилі і формування урожаю культури. Фузаріозна коренева гниль є розповсюдженою хворобою на пшеничному полі. Вона досить шкідлива у фазі проростків, уповільнюючи їхній ріст і розвиток. У поширенні цієї хвороби значну роль відіграють ґрунтова й насіннева інфекції, а також температура, вологість ґрунту та фізіологічний стан рослин. Найефективнішим заходом захисту посівів пшениці озимої від ґрунтової, насінневої, аерогенної інфекції є протруєння насіння. А правильне поєднання біологічних та хімічних препаратів за умови допосівної обробки насіння дає можливість не тільки зменшити ураженість фузаріозною кореневою гниллю й значно збільшити продуктивність культури, а й знизити пестицидне навантаження на рослини та ґрунт. Таке комплексне застосування препаратів поліпшить екологічний стан агроландшафтів та довкілля. Встановлено, що за обробки насіння пшениці озимої стимулятором росту Емістим С, в. с. р., (10 мл/т), збільшується довжина проростків на 1,7 см, також підвищується енергія проростання на 3 %, лабораторна схожість – на 4 %. За результатами проведеної фітоекспертизи обробленого насіння баковою сумішшю з хімічного та біологічного препаратів, ураження насіння грибами роду *Alternaria* spp. становило 0–2 %, грибами роду *Fusarium* spp. – 0–1 %. Визначено технічну ефективність застосування біологічного препарату, стимулятора росту як окремо, так і в поєднанні з хімічним препаратом у разі протруєння насіння пшениці озимої. Показник технічної ефективності був найвищим у варіанті, де застосовували Ламардор 400 FS TH, (0,15 л/т) з додаванням біофунгіциду Фітохелп, р., (1,0 л/т) – (89,5 %), тоді як застосування препаратів Фітохелп, р., (1,0 л/т) і Емістим С, в.с.р., (10 мл/т) забезпечило технічну ефективність 73,0 % і 59,0 % відповідно. Висвітлено, що найвищий приріст урожайності пшениці озимої було отримано при комплексному застосуванні Ламардор, 400 FS TH, (0,15 л/т) у поєднанні з біофунгіцидом Фітохелп, р., (1,0 л/т) та стимулятором росту Емістим С, в.с.р., (10 мл/т) – 0,9 та 0,8 т/га відповідно.

Ключові слова: пшениця озима, фузаріозна коренева гниль, біологічні препарати, стимулятори росту, технічна ефективність, продуктивність

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРОТИВ ФУЗАРИОЗНОЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ

Н. В. Грицюк, А. А. Дереча, А. В. Бакалова, Я. Н. Складановская, Т. В. Попелянская,
Житомирский национальный агроэкологический университет, Старый Бульвар, 7, г. Житомир, 10008,
Украина

В статье приведены результаты двухлетних полевых и лабораторных исследований по изучению влияния предпосевной комплексной обработки семян пшеницы озимой биофунгицидом, стимулятором роста, химическим препаратом на развитие фузариозной корневой гнили и формирования урожая культуры. Доказано, что при обработке семян пшеницы озимой стимулятором роста Эмистим С, в.с.р., 10 мл/т, увеличивается длина проростков на 1,7 см, также повышается энергия прорастания на 3 %, лабораторная всхожесть – на 4 %. Определена техническая эффективность применения биологического препарата, стимулятора роста как отдельно, так и в сочетании с химическим препаратом при протравливании семян пшеницы озимой. Показатель технической эффективности был самым высоким в варианте, где применяли Ламардор 400 FS TH, (0,15 л/т) с добавлением биофунгицида Фитохелп, р., 1,0 л/т (89,5 %), тогда как применение препаратов Фитохелп, р., (1,0 л/т) и Эмистим С, в.с.р., (10 мл/т) обеспечило техническую эффективность 73,0 % и 59,0 % соответственно. Выяснено, что самый высокий прирост урожайности озимой пшеницы был получен при комплексном применении Ламардор, 400 FS TH, (0,15 л/т) в сочетании с биофунгицидом

Фитохелп, р., (1,0 л/т) и стимулятором роста Эмистим С, в.с.г., (10 мл/т) – 0,9 и 0,8 т/га соответственно.

Ключевые слова: пшеница озимая, фузариозная корневая гниль, биологические препараты, стимуляторы роста, техническая эффективность, производительность.

Вступ

Однією з найцінніших продовольчих культур є пшениця озима. За посівними площами та валовим збором цінного та високоякісного зерна у світовому землеробстві пшениця озима займає одне з перших місць серед зернової групи культур. До факторів, які знижують урожайність та якість пшениці озимої, відносять фузариозну кореневу гниль. Недобір урожаю від цієї хвороби може досягти від 5 до 50 % і більше [1, 2].

Фузариозна коренева гниль уражує пшеницю впродовж всього періоду вегетації. На початку вегетації рослин (фаза сходів) вона проявляється як побуріння колеоптиле і проростків, а також зрідженість сходів та часткова їхня загибель. У другій половині вегетаційного періоду (фаза цвітіння) сильно уражені рослини відрізняються білостебельністю, пустоколосістю [3, 4].

Хвороба досягає максимуму розвитку в період фази воскової стиглості. Поширеність її може варіювати від 15,7 до 85,4 % [5]. Шкідливість фузариозної кореневої гнилі пов'язують, насамперед, з можливим її проявом на колосі та зерні – фузариозом колоса, що може призвести до забруднення зерна мікотоксинами, роблячи його непридатним і навіть небезпечним для вживання в їжу або на корм тваринам [6].

Найчастіше фузариозну кореневу гниль спричиняють види *F. graminearum* Schwabe (телеоморфна стадія *Gibberella zeae* (Schw.) Petch.), *F. culmorum* (Sm.), *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. sporotrichioides* var. *poae* (Pk.) Wr., *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. verticillioides*. Вони відносяться до відділу аскомікота (Ascomycota), підвідділу *Pezizomycotina*, класу сордаріоміцети (*Sordariomycetes*), підкласу (*Hypocreomycetidae*), порядку гіпокреїні (*Hypocreales*), родини нектриїні (*Nectriaceae*) рід *Fusarium* [7].

Захист від фузариозної кореневої гнилі ускладнюється тим, що збудники хвороби є факультативними паразитами, які здатні тривалий час зберігати свою життєздатність у ґрунті й на рослинних рештках, а також передаватися через насіння. Для зменшення шкідливості хвороби потрібно: використовувати стійкі і витривалі сорти пшениці до корневих гнилей; уникати проявів по зернових попередниках; витримувати оптимальну агротехніку й особливу увагу приділяти передпосівній обробці насіння, а також вибору протруйника.

Для протруювання насіннєвого матеріалу використовують ефективні хімічні протруйники, що мають високу біологічну активність, а їхня технічна ефективність проти корневих гнилей пшениці озимої може бути на рівні 96 % [8].

Однак суттєвим недоліком застосування хімічних препаратів є відсутність координації між біологічними властивостями патогену, властивостями препарату і фітосанітарним станом насіння, в результаті чого знижується ефективність протруєння. Це пов'язано з інгібуючою (пригніченою) дією певних діючих речовин хімічних протруйників на ріст і розвиток рослин, а також з негативним біоцидним впливом на корисну епіфітну мікрофлору [9].

Зважаючи на це останнім часом сільськогосподарські виробники частіше починають застосовувати хімічні протруйники спільно з різними стимуляторами росту, які мають антистресові властивості. Ефективність і рентабельність подібних препаратів пов'язана з тим, що антистресові речовини як аналоги сигнальних молекул зміщують внутрішній метаболізм рослин у бік посилення власної стійкості до багатьох несприятливих біотичних і абіотичних факторів [10].

Ще один негативний вплив застосування хімічних засобів захисту рослин – це їх підвищена екологічна небезпека. Для запобігання такого негативного ефекту при одночасному отриманні продукції без перевищення показників ГДР залишкових кількостей пестицидів рекомендується в захисний склад для протруювання насіння додавати різні фізіологічно активні речовини (ФАР) [11].

Метою нашого дослідження є з'ясувати дію поєднання препаратів хімічного та біологічного походження на розвиток фузариозної кореневої гнилі пшениці озимої, а також оцінити їхню технічну й господарську ефективності.

Матеріали і методи досліджень

Лабораторні дослідження проводилися в лабораторії кафедри захисту рослин Житомирського національного агроєкологічного університету. Для визначення посівних якостей пшениці та виявлення патогенів використовували біологічний метод у вологій камері. Для цього потрібно розмістити насіння в чашки

Петрі на ложе з 2-х кружків фільтрувального паперу, змоченого стерильною водою в кількості 8 мл на 1 чашку. Кількість насінин в 1 чашці – 25 штук, повторність досліду – чотириразова. Чашки помістити в термостат при температурі 25–26 °С. На 3 добу кожен зернину необхідно розглянути під бінокулярним мікроскопом МБС-9, не виймаючи її з чашки. При цьому фіксують такі типи інфекції: *Alternaria alternata*, *Bipolaris sorokiniana*, *Penicillium spp.* та гриби порядку *Mucorales*. На 7 добу після закладки насіння у вологу камеру визначали гриби роду *Fusarium*, уточнювали гриби роду *Penicillium* [12].

Польові дослідження проводили на дослідному полі ЖНАЕУ протягом 2017–2018 рр. (с. Велика Горбаша Черняхівського району Житомирської області). Посів пшениці озимої проводили за загальноприйнятою методикою для зони Полісся.

Облік ураження рослин фузаріозною кореневою гниллю проводиться за методикою Трибеля Українського інституту захисту рослин, 2010 рік [13]. Ступінь ураження фузаріозною кореневою гниллю визначали за методикою відбору пробних снопів. Снопи відбирали у фазі повної стиглості в чотирьох місцях з двох суміжних рядків довжиною 0,5 м. Рослини після відбору мили й обліковували за такою шкалою:

- 0 бала – рослина здорова.
- 1 бал – уражено до 25 % кореневої системи;
- 2 бали – уражено 25–50 % коренів;
- 3 бали – уражено більше 50 % кореневої системи.

Обробку насіння проводили в день посіву такими препаратами:

Ламардор 400 FS ТН, діюча речовина – протіокназол 250 г/л, тебуконазол, 150 г/л.

Емістим С, в.с.р. – біостимулятор росту рослин широкого спектру дії – продукт біотехнологічного вирощування грибів-мікроміцетів з кореневої системи лікарських рослин. Діюча речовина – продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів – 1 г/л (насичені й ненасичені жирні кислоти (C14–C28), полісахариди, 15 амінокислот, аналоги фітогормонів цитокінінової й ауксинової природи).

Фітохелп, р. – біопрепарат із антимікробною та рістстимулюючою дією біоруйнівник бактеріозів. Склад препарату – концентрат бактерій роду *Bacillus subtilis*, титр $1,0 \times 10^9$ – $1,0 \times 10^{10}$ КУО/см³. Захищає від збудників широкого спектру бактеріальних (*Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia*) та грибних хвороб (борошниста роса, іржа, кореневі та плодові гнилі, фузаріоз); підвищує урожайність культур та поліпшує якість продукції; забезпечує антистресову дію до несприятливих умов.

Результати досліджень та їх обговорення

Проведені лабораторні дослідження показали, що обробка насіння пшениці озимої сумішшю препаратів (стимулятор росту, біологічний та хімічний препарат) має значний позитивний вплив на посівні якості насіннєвого матеріалу (табл. 1).

1. Посівні якості пшениці озимої сорту Золотоколоса залежно від передпосівної обробки (лабораторний дослід)

Варіанти досліду	Кількість корінців, шт.	Довжина проростків, см	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
Контроль (обробка водою)	3,0	6,5	92,5	93,0
Ламардор 400 FS ТН, 0,2 л/т	3,2	7,4	94,0	95,5
Фітохелп, р., 1,0 л/т	3,4	7,2	95,6	96,0
Емістим С, в.с.р., 10 мл/т	3,8	8,2	95,5	97,0
Ламардор 400 FS ТН, 0,15 л/т + Фітохелп, р., 1,0 л/т	3,4	7,2	95,5	96,5
Ламардор, 400 FS ТН, 0,15 л/т + Емістим С, в.с.р., 10 мл/т	3,7	8,0	95,5	96,0

Обробка насіння стимулятором росту, біологічним і хімічним препаратами окремо та баковою сумішшю з цих препаратів сприяли збільшенню кількості первинних корінців однієї рослини, що залежно від варіанту становило від 3,0 на контролі до 3,8 шт. На цих варіантах відмічено також збільшення довжини проростка порівняно з контролем. Найбільшу довжину проростка спостерігали при обробці стимулятором росту Емістим С, в.с.р. (10 мл/т), яка становила 8,2 см та в суміші з Ламардор, 400 FS ТН (0,15 л/т) + Емістим С, в.с.р., (10 мл/т) – 8,0 см, що на 1,7 та 1,5 см більше ніж на контролі.

Енергія проростання, лабораторна схожість були приблизно однаково. При обробці насіння сти-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

мулятором росту Емістим С, в.с.р., (10 мл/т), біологічним препаратом Фітохелп, р. (1,0 л/т) та в суміші з протруйником Ламардор, 400 FS ТН (0,15 л/т) – енергія проростання становила 94,0–95,6 %, лабораторна схожість – 95,5–97,0 %. Однак усі досліджувані препарати як у суміші, так і поодинокі збільшили енергію проростання на 3,0–3,1 %, а лабораторну схожість на 3,0–4,0 % порівняно з необробленим варіантом. Винятком був хімічний препарат Ламардор, 400 FS ТН (0,15 л/т), енергія проростання збільшилася на 1,5 %, а лабораторна схожість – на 2,5 %.

Основне значення при обробці насіння пшениці озимої має контроль зараження збудниками корневих гнилей та інших мікозів (рис. 1).

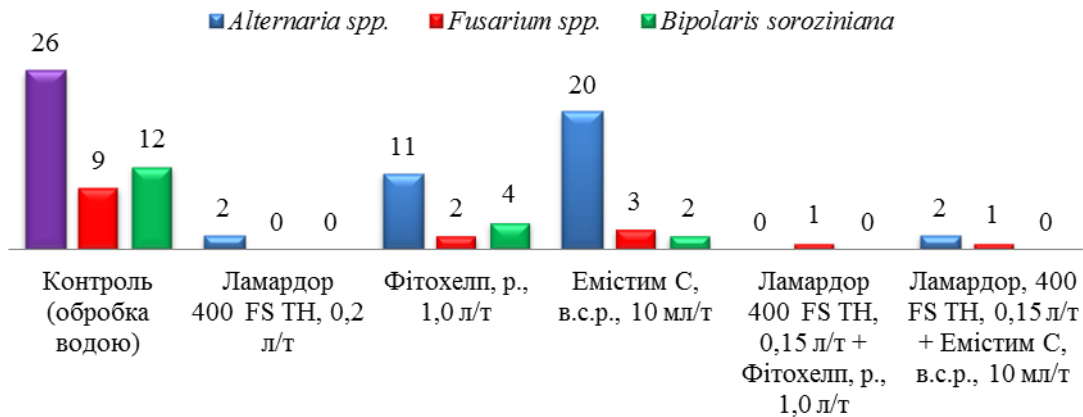


Рис. 1. Ураження насіння пшениці озимої збудниками корневих гнилей

Фітоекспертиза протруєного насіння показала, що обробка стимулятором росту, біологічним препаратом та їх поєднання з хімічним препаратом сприяє його оздоровленню. Ураження насіння видами *Alternaria spp.* залежно від препарату зменшувалася на 6,0–26,0 % порівняно з контрольним варіантом. Найбільше зниження ураженості насіння спостерігалось на варіантах, де насіння обробляли препаратом Ламардор, 400 FS ТН (0,15 л/т) у поєднанні з біологічним препаратом Фітохелп, р. (1,0 л/т) та стимулятором росту Емістим С, в.с.р. (10 мл/т). У цих варіантах ураження насіння було найменшим і складало: *Alternaria spp.* – 0–2 %, *Fusarium spp.* – 0–1 %.

Результати польових досліджень свідчать про високу технічну ефективність комплексного застосування препаратів різного походження, при цьому обробка пшениці озимої баковими сумішами з цих препаратів значно зменшила поширення фузаріозної кореневої гнилі (рис. 2).

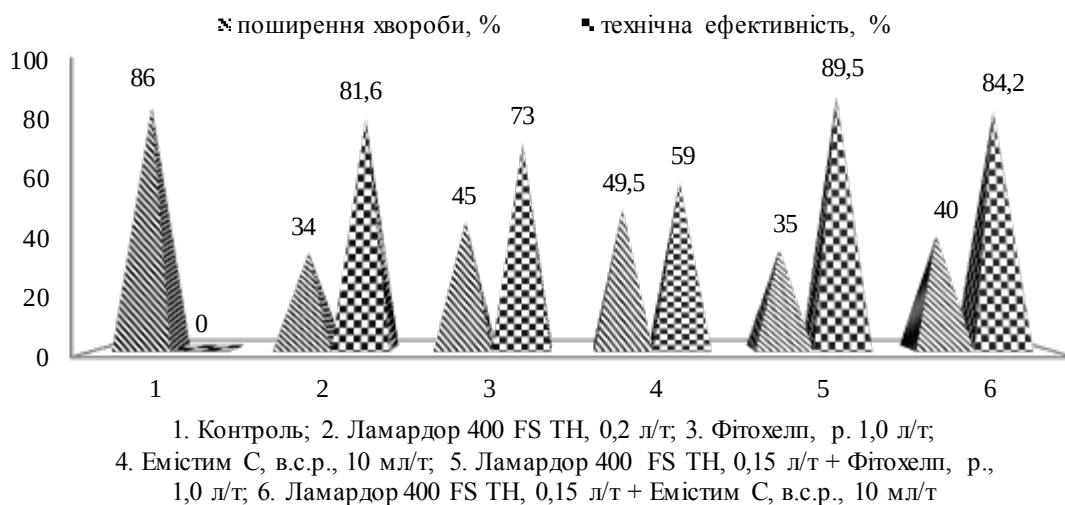


Рис. 2. Технічна ефективність обробки насіння пшениці озимої сумішами препаратів різного походження проти фузаріозної кореневої гнилі

У разі протруєння насіння хімічним препаратом Ламардор, 400 FS TH (0,2 л/т) поширення хвороби порівняно з контрольним варіантом зменшилося на 52 %, а технічна ефективність – на 81,6 %. При застосуванні біофунгіциду Фітохелп, р. (1,0 л/т) та стимулятора росту Емістим С, в.с.р. (10 мл/т) поширення хвороби зменшилося на 41 % та 36,5 % порівняно з контрольним варіантом, при цьому технічна ефективність становила 73,0 та 59,0 % відповідно.

Сумісне застосування препарату Ламардор, 400 FS TH із зменшеною нормою витрати (0,15 л/т) з біофунгіцидом Фітохелп, р. (1,0 л/т) зменшує поширення фузаріозної кореневої гнилі на 51 %. А при застосуванні препарату Ламардор 400 FS TH (0,15 л/т) + Емістим С, в.с.р. (10 мл/т) поширення хвороби зменшилося на 46 %, порівняно з контрольним варіантом.

Технічна ефективність комплексного застосування фунгіциду та біологічних препаратів була найвищою порівняно з іншими варіантами дослідів і становила відповідно 84,2 % та 89,5 %

Одним з головних визначальних і характеризуючих критеріїв правильного виконання того чи того прийому, який застосовується в агрономії, є продуктивність культури. Аналіз отриманих нами експериментальних досліджень дає можливість стверджувати про значний вплив на урожайність комплексних обробок насіння пшениці озимої. Сумісне застосування стимулятора росту, біологічного, хімічного препаратів при обробці насіння сприяло підвищенню урожайності на 0,45–0,90 т/га (табл. 2).

2. Господарська ефективність пшениці озимої залежно від обробки насіння препаратами різного походження (сорт Золотоколоса, дослідне поле ЖНАЕУ, 2017–2018 рр.)

№ з/п	Варіант дослідів	Урожайність, т/га			
		2017	2018	середнє	± до контролю
1	Контроль (обробка водою)	2,96	3,00	2,98	–
2	Ламардор 400 FS TH, 0,2 л/т	3,64	3,68	3,66	+ 0,68
3	Фітохелп, р., 1,0 л/т	3,52	3,55	3,53	+ 0,55
4	Емістим С, в.с.р., 10 мл/т	3,29	3,44	3,36	+0,45
5	Ламардор 400 FS TH, 0,15 л/т + Фітохелп, р., 1,0 л/т	3,86	3,90	3,88	+ 0,90
6	Ламардор, 400 FS TH, 0,15 л/т + Емістим С, в.с.р., 10 мл/т	3,74	3,85	3,79	+ 0,80
НІР _{0,5}		0,26	0,10		

Протруєння насіння біопрепаратом Фітохелп, р. (1,0 л/т) та стимулятором росту Емістим С, в.с.р. (10 мл/т) забезпечило приріст урожаю на рівні 0,55 та 0,45 т/га порівняно з контрольним варіантом. Потрібно відмітити, що найвищу урожайність було отримано при застосуванні бакових сумішей Ламардор 400 FS TH, 0,15 л/т + Фітохелп, р., 1,0 л/т – 3,88 т/га та Ламардор, 400 FS TH, 0,15 л/т + Емістим С, в.с.р., 10 мл/т – 3,79 т/га, що на 0,9–0,8 т більше ніж у контрольному варіанті.

Аналогічні результати досліджень при вивченні сумісного застосування стимуляторів росту рослин, біологічних та хімічних препаратів були отримані іншими вітчизняними та зарубіжними вченими. У разі обробки насіння ячменю біофунгіцидом Мікро-1 спостерігали зниження розвитку звичайної (гельмінтоспоріозної) кореневої гнилі на 1,21 бали, а при обробці хімічним препаратом Ламардор 400 FS TH (0,2 л/т) – на 1,49 бали порівняно з контрольним варіантом. При цьому технічна ефективність застосування біологічного фунгіциду становила 51,3 %, що лише на 11,8 % менше порівняно із застосуванням хімічного препарату Ламардор 400 FS TH (0,2 л/т) [14, 15]. Також отримані результати досліджень багатьох вчених свідчать про перспективність комплексного застосування препаратів з різними механізмами дії в технології вирощування зернових культур. Передпосівна обробка насіння ярого ячменю біологічними препаратами та стимуляторами росту сприяє обмеженню розвитку корневих гнилей на 1,5–2,3 бали та підвищенню врожайності цієї культури на 18–28 % [16, 17].

За результатами російських вчених, найбільш ефективними виявилися препарати на основі нових штамів мікроорганізмів та їх бакові суміші з хімічним препаратом. Застосування стимуляторів росту рослин є перспективним, вони не чинять токсичної дії на збудника, але впливають на розвиток хвороби через активізацію захисних сил рослини. Серед них позитивно зарекомендували себе препарати на основі бактерій, які крім здатності індукувати стійкість ще й проявляють рістстимулюючу активність [18, 19, 20].

Висновки

Фузаріозна коренева гниль – найпоширеніша коренева гниль, яка щорічно уражує посіви пшениці озимої. Передпосівна обробка насіння сумішшю препаратів Ламардор 400 FS ТН, 0,15 л/т + Фітохелп, р., 1,0 л/т та Ламардор, 400 FS ТН, 0,15 л/т + Емістим С, в.с.р., 10 мл/т сприяє збільшенню енергії проростання, лабораторної схожості на 3,0–4,0 %, та зменшує ураження збудниками корневих гнилей на 9–26 %. Технічна ефективність комплексної обробки насіння пшениці озимої Ламардор 400 FS ТН, 0,15 л/т + Фітохелп, р., 1,0 л/т проти фузаріозної кореневої гнилі становить 89,5 %. Застосування бакових сумішей препаратів Ламардор 400 FS ТН, 0,15 л/т + Фітохелп, р., 1,0 л/т та Ламардор, 400 FS ТН, 0,15 л/т + Емістим С, в.с.р., 10 мл/т дає можливість отримати приріст врожаю пшениці озимої на рівні 0,8–0,9 т/га.

Перспективи подальших досліджень. Необхідно зосередити увагу на вивченні екологічної та енергетичної ефективності комплексних обробок насіння пшениці озимої.

References

1. Bakalova, A. V., Grytsiuk, N. V., & Derecha, O. A. (2019). Kompleksnyi zakhyst pshenytsi ozymoi vid shkidlyvykh orhanizmiv ahrotsenozu u zoni Polissia Ukrainy. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 1–2, 5–9 [In Ukrainian].
2. Pynchuk, N. Y., & Pedash, T. N. (2015). Ocenka ustojchivosti sortov pshenicy ozymoj k kornevoj gnili v uslovijah severnoj Stepі Ukrainy. *Zashhita Rastenij*, 39, 84–90 [In Russian].
3. Pikovskyi, M., & Kyryk, M. (2011). Korenevi hnyli pshenytsi ozymoi. *Propozytsiia*, 11 (197), 78–83 [In Ukrainian].
4. Grigor'ev, M. F. (2012). Izuchenie patogennykh kompleksov vozbuditelej naibolee rasprostranjonnykh tipov kornevykh gnilej zernovykh kul'tur v central'nom Nechernozem'e Rossii. *Izvestie TSHA*, 2, 111–125 [In Russian].
5. Bakai, I. D. (2011). Otsinka fitosanitarnoho posivu ozymoi pshenytsi v pivnichnomu Lisostepu ta pivdenному Stepu Ukrainy. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*, 57, 8–25 [In Ukrainian].
6. Kriuchkova, L. O. (2000). Hryby rodu Fusarium – zbudnyky korenevykh hnylei ozymoi pshenytsi. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*, 46, 86–92 [In Ukrainian].
7. Kirk, P., Cannon, P., Minter, D., & Stalpers, J. (Eds.). (2008). *Ainsworth and Bisby Dictionary of the Fungi*. doi: 10.1079/9780851998268.0000.
8. Babaiants, O. V. (2006). Harantiia vysokoho vrozhaiu. *Zerno*, 08, 76–77 [In Ukrainian].
9. Kovalyshyna, H., & Hudzenko, V. (2013). Vysiv yakisno zakhyshchenym nasinniam – shliakh do vysokoho vrozhaiu. *Propozytsiia*, 3 (213), 114–115 [In Ukrainian].
10. Chekmerev, V. V. (2012). Izmenenie vidovogo sostava r. Fusarium pod dejstviem protravitelej. *Zashhita i Karantin Rastenij*, 02, 27–31 [In Russian].
11. Bilyk, M. O. (2017). Efektyvnist peredposivnoi obrobky nasinnia pshenytsi yaroі biofunhitsydami i rehulatoriv rostu roslyn proty korenevykh hnylei. *Visnyk KhNUA*, 1–2, 34–38 [In Ukrainian].
12. Grytsiuk, N. V. (2013). Stiikist sortiv pshenytsi ozymoi do fuzarioznoi infektsii pry riznykh strokakh urazhennia. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 10 (207), 1–3 [In Ukrainian].
13. Trybel, S. O., & Hetman, M. V. (Eds.). (2010). *Metodolohiia otsiniuvannia stiikosti sortiv pshenytsi proty khvorob i zbudnykiv khvorob*. Kyiv: Kolobik.
14. Chaika, O. V., Lapa, S. V., Tymoshchuk, T. M., & Hrytsiuk, N. V. (2017). Doslidzhennia efektyvnosti zastosuvannia biopreparatu mikro-1 proty khvorob yachmeniu yaroіho v umovakh Polissia. *Scientific Journal «ScienceRise: Biological Science»*, 2 (5), 34–37. doi: 10.15587/2519-8025.2017.99839 [In Ukrainian].
15. Urrea, R., Cabezas, L., Sierra, R., Cardenas, M., Restrepo, S., & Jimenez, P. (2011). Selection of antagonistic bacteria isolated from the Physalis peruviana rhizosphere against Fusarium oxysporum. *Journal of Applied Microbiology*. 111 (3), 707–716. doi: 10.1111/j.1365-2672.2011.05092.
16. Kozar, S. F. (2005). Biolohichna efektyvnist kompleksnogo zastosuvannia mikrobnnykh preparativ. *Silskohospodarska Mikrobiolohiia*, 1–2, 86–94 [In Ukrainian].
17. Zaiarna, O. Yu. (2011). Efektyvnist zastosuvannia biopreparativ i rehulatoriv rostu roslyn proty korenevykh hnylei yachmeniu yaroіho. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 174–177 [In Ukrainian].
18. Haziev, A. Z., Zajceva, T. V., & Hakimullina, F. M. (2015). Rol protravlivaniia semjan v bor'be s

kornevymi gnijami. *Zashhita i Karantin Rastenij*, 3, 20–23 [In Russian].

19. Grigor'e, M. F., Hohlova, I. K., & Zinchenko, V. A. (2010). Jefferektivnost biologicheskikh sredstv zashhity rastenij v podavlenii obyknovennoj kornevoj gnili jachmenja. *Izvestija TSHA*, 5, 57–65 [In Russian].

20. Nemchenko, V. V., Kekalo, A. Ju., Zargarjan, N. Ju., & Cypysheva, M. Ju. (2014). Protravlivanie semjan – pervaja stupen' poluchenija zashhishhennogo i produktivnogo agrocenoza. *Zashhita i Karantin Rastenij*, 3, 22–24 [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 13.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Грицюк Н. В., Дереча О. А., Бакалова А. В., Складановська Я. М., Попелянська Т. В. Ефективність комплексного застосування препаратів різного походження проти фузаріозної кореневої гнилі пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 57–64.

© Грицюк Наталя Вікторівна, Дереча Олексій Артемович, Бакалова Алла Володимирівна, Складановська Яніна Миколаївна, Попелянська Тетяна Василівна, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 632.7:634 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.08

PHENOLOGICAL PECULIARITIES OF DEVELOPING *AGRILUS CHRYSODERES* ON THE PLANTED AREAS OF EUROPEAN BLACK CURRANT IN THE UKRAINE'S POLISSIA

A. V. Bakalova,

ORCID ID: [0000-0002-6803-6304](https://orcid.org/0000-0002-6803-6304), E-mail: bakalova1970@ukr.net,

A. M. Tkalenko,

ORCID ID: [0000-0001-9448-6600](https://orcid.org/0000-0001-9448-6600), E-mail: microbiometod@ukr.net,

N. V. Gritsyuk,

ORCID ID: [0000-0002-4185-7495](https://orcid.org/0000-0002-4185-7495), E-mail: ngritsyuk78@gmail.com,

O. A. Derecha,

ORCID ID: [0000-0001-6785-8413](https://orcid.org/0000-0001-6785-8413), E-mail: derecha37@gmail.com,

D. S. Shchepanivskyi,

ORCID ID: [0000-0002-9653-6031](https://orcid.org/0000-0002-9653-6031), E-mail: derecha37@gmail.com,

Zhytomyr National Agro-Ecological University 7, Stary Boulevard, Zhytomyr, 10008, Ukraine

The article presents the research results of phenological developing *Agrilus chrysoderes* in currant agroecosystem of Polissia, Ukraine. According to the analysis of long-term development dynamics of *Agrilus chrysoderes*, a phenological calendar was made, which clearly foresees the period of manifesting the greatest harmfulness of this phytophage and it mainly falls on the 2nd – 3d decade of June. According to its biological development *Agrilus chrysoderes* winters in the larval stage in the plantlets of currant bush and is considered a dangerous hidden-existing pests. During the experiment the transformation of the larva into pupa was observed only in the second half of May. The beetles of new generation 6–8 mm long, greenish in color, appeared in the end of the second decade of May. During 3 years of studying *Agrilus chrysoderes* no considerable deviations in the phytophage metamorphosis were observed. The phytophage sexual marriage lasted from the third decade of May to the first decade of June. As a result of the research it was proven that the damaging of young current branches with the phytophage resulted in decreasing plant productivity. At the average populating of black currants (4–5 points) with *Agrilus chrysoderes* the weight of 100 berries of Titania, Suita Kyivska varieties decreases by 1.3 times, Amethyst variety – by 1.2 times, Chereshneva and Chernecha varieties – by 1.4 times. At populating currant plants with *Agrilus chrysoderes* at 8–9 points, the weight of 100 berries is reduced by 2 to 3 times. The significant negative effect of the phytophage on growing European black currant has lately been one of the most important problems, and the serious damage is mainly made by larvae, reducing the yield under the influence of disturbing the cause of normal physiological processes in the host plant. As a result of larvae damaging the middle of black currant shoot, the conductive vessels are damaged, which leads to changes in metabolism, causes inhibition of the vascular-conduction system, resulting in the plant growth retarding, decreasing yields, and worsening the quality of berries. It is proved that *Agrilus chrysoderes* larvae mainly damage the most productive branches (2–3 years) that give the main crop from the bush.

Key words: European black currant, phenology, yield, degree of population, *Agrilus chrysoderes*, phytophage.

ФЕНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ СМОРОДИНОВОЇ ВУЗЬКОТІЛОЇ ЗЛАТКИ В НАСАДЖЕННЯХ СМОРОДИНИ ЧОРНОЇ В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

А. В. Бакалова, Г. М. Ткаленко, Н. В. Грицюк, О. А. Дереча, Д. С. Щепанівський,
Житомирський національний агроекологічний університет Старий Бульвар, 7, м. Житомир, 10008, Україна

У статті наведено результати наукових досліджень фенологічного розвитку вузькотілої златки у смородиновому агроценозі Полісся України. За проведенням аналізом багаторічної динаміки розвитку вузькотілої златки побудовано фенологічний календар, який чітко передбачає період прояву найбільшої шкідливості цього фітофага, що переважно припадає на 2–3 декаду червня місяця. За біологічним розвитком смородинова вузькотіла златка зимує у стадії личинки в пагонах куща смородини і відноситься до небезпечних приховано-живучих шкідників. У процесі експерименту за перетворенням личинки в лялечку спостерігали лише у другій половині травня місяця. Жуки нового покоління завдовжки 6–8 мм, зеленуваті за забарвленням, з'являлися в кінці другої декади травня місяця. Протягом 3-х років досліджень смородинової вузькотілої златки значних відхилень у метаморфозі фітофага не спостерігалося. Статевий шлюб фітофага тривав з третьої декади травня по першу декаду червня місяця. У результаті досліджень доведено, що при пошкодженні молодих гілок смородини фітофагом, відбувається негативний вплив на продуктивність рослин. За умови середньої заселеності смородини чорної (4–5 балів) вузькотілою златкою маса 100 ягід сортів Титанія, Сюїта Київська зменшується в 1,3 раза, Аметист – 1,2 раза, Черешнева і Чернеча – 1,4 раза. У разі заселеності рослин смородини вузькотілою златкою у 8–9 балів маса 100 ягід зменшується від 2 до 3 разів. Суттєва негативна дія фітофага на життєдіяльність насаджень смородини чорної останніми роками за шкідливістю посідає одне з перших місць, при цьому значної шкоди завдають переважно личинки, знижуючи урожайність під впливом порушення нормального протікання фізіологічних процесів у рослині-господаря. Доведено, що личинки вузькотілої златки пошкоджують найбільш продуктивні гілки (2–3 роки), що дають основний урожай з куща.

Ключові слова: смородина чорна, фенологія, урожайність, ступінь заселеності, вузькотіла златка, фітофаг.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕНОСТИ РАЗВИТИЯ УЗКОТЕЛОЙ ЗЛАТКИ В НАСАЖДЕНИЯХ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

А. В. Бакалова, Г. М. Ткаленко, Н. В. Грицюк, О. А. Дереча, Д. С. Щепановский,
Житомирский национальный агроэкологический университет, Старый Бульвар, 7, г. Житомир, 10008, Украина

В статье изложены результаты научных исследований фенологического развития узкотелой златки в смородинном агроценозе Полесья Украины. На основе проведенного анализа многолетней динамики развития узкотелой златки построен фенологический календарь, который четко предполагает период появления наибольшей вредоносности фитофага, который в основном приходится на 2–3 декаду июня месяца. В результате исследований доведено, что при повреждении молодых ветвей смородины фитофагом, происходит негативное влияние на продуктивность растений.

Ключевые слова: смородина черная, фенология, урожайность, степень заселенности, узкотелая златка, фитофаг.

Вступ

Ягідівництво – важлива традиційна галузь сільського господарства. Плоди та ягоди споживають як свіжі, так і використовують як сировину для переробних підприємств дитячого харчування. Серед ягідної продукції не менш важливе значення для сьогодення має смородина чорна [1, 2].

У насадженнях ягідних культур на території України мешкає 380 видів комах, кліщів, нематод. На смородині чорній зареєстровано близько 220 видів комах і кліщів, зокрема найбільш небезпечними з них є 20 видів. У Лісостепу та на Поліссі України із ряду твердокрилих (Coleoptera), родини златки –

Vuprestidae, найбільш поширена смородинова вузькотіла златка [3–8]. Це жук завдовжки 5–9 мм, забарвлення варіює від бронзово-зеленого до золотисто-червоного [20].

Як відмічають учені [9–11, 13–18, 19], на чисельність смородинової вузькотілої златки значний вплив мають погодні умови. За температури 8–12 °С дорослий жук реактивується, а статева активність найбільше проявляється при 18–20 °С.

За літературними свідченнями вітчизняних учених [9, 11, 12], у третій декаді травня місяця розпочинається літ жуків. Живлення відбувається на листках смородини чорної та агрусу обгризанням їх з країв. Статевий шлюб відбувається після додаткового живлення і самка приступає до відкладання яєць.

Личинки, які вийшли з яйця, проникають у середину гілок, вигризують у них гладенькі з чорними стінками ходи, де залишають свої екскременти. Пошкодження смородини чорної смородиною вузькотілою златкою призводить до пригнічення рослини, пагони затримуються в рості, засихають і відмирають [10–11].

У процесі аналізу літературних джерел виявлено, що дослідження біологічного розвитку смородинової вузькотілої златки в агроценозах смородини чорної Центрального Полісся України до цього часу не проводили. Для досягнення поставленої мети ми розв'язали такі задачі: уточнення особливостей біологічного розвитку смородинової вузькотілої златки в Поліссі України, встановлення ступеня пошкодження куща від рівня заселеності фітофага на основі виростання раніше розробленої оціночної дев'ятибальної шкали ступеня заселеності, згідно з європейськими вимогами.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження з вивчення біологічного розвитку смородинової вузькотілої златки в насадженнях смородини чорної проведені 2017–2019 рр. в агроекологічних умовах дослідного поля Житомирського національного агроекологічного університету.

Обстеження насаджень смородини чорної та облік заселеності смородиною вузькотілою златкою виконувалися згідно із загальноприйнятими методиками в ентомології [21]. Для обліку чисельності фітофага на смородині чорній використовувалася наступна методика: відбір дослідного матеріалу проводився по одній гілці з чотирьох сторін і посередині кожного облікового куща, що в сумі дало 5 гілок з варіанту в чотирьох повторностях і загалом це склало 20 гілок. Гілки з кожного варіанту дослідів розміщали в окремих пакетах. Аналіз у лабораторії проводили методом розтину деревини для виявлення наявності личинок златки.

Відсоток заселеності гілок смородини чорної фітофагом визначали за формулою 1:

$$P = \frac{100 \times n}{N} \quad [\%], \quad (1)$$

де n – підрахована кількість гілок, заселених фітофагом, шт;

N – загальна кількість гілок в обліку.

Для визначення щільності заселеності фітофага на одній гілці використовували формулу 2:

$$X = \frac{\sum xi}{n} \quad [\text{екз/см}^2], \quad (2)$$

де $\sum xi$ – сумарна чисельність нарахованих личинок фітофага з усіх облікових гілок, екз;

n – кількість облікових гілок, шт.

Оцінку фітосанітарного стану смородинового агроценозу вузькотілою златкою проводили за європейською дев'ятибальною шкалою (табл. 1).

1. Шкала визначення інтенсивності заселеності рослин смородини чорної вузькотілою златкою

Бал заселеності	Ступінь заселеності	Заселеність рослин	
		пагонів/кущ	%
1	Дуже слабкий	1–2	5
2–3	Слабкий	3–4	25
4–5	Середній	5–6	50
6–7	Сильний	9–10	75
8–9	Дуже сильний	15–17	100

Результати досліджень та їх обговорення

За проведеним аналізом багаторічної динаміки розвитку смородинової вузькотілої златки ми побудували фенологічний календар (табл. 2).

**2. Фенологічний календар розвитку вузькотілої златки смородини чорної
в умовах дослідного поля ЖНАЕУ**

Роки	Квітень			Травень			Червень			Липень		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2017	L	L	L	Q	Im	Im	Im Ov L	Im Ov L	Im Ov L	Im Ov L	L	L
2018	L	L	L	Q	Im	Im	Im Ov	Im Ov L	Im Ov L	Ov L	L	L
2019	L	L	L	L Q	Q Im	Im	Im	Im Ov	Im Ov L	Im Ov L	L	L

Примітки: L – личинка; Q – залялькування личинки; Ov – кладка яєць; Im – доросла особина; I – III – декади місяців.

Із даних таблиці 2 випливає, що зимуюча форма фітофага перебуває у стадії личинки (L) та розвивається в одному поколінні. За роки досліджень спостерігався метаморфоз личинки в першій декаді травня місяця. Залялькування (Q) личинки відбувалося протягом 8–10 днів і в останній декаді травня місяця виходили жуки нового покоління (Im).

За період активного живлення жуків формується стать комах, у гермарії самки проходить утворення і розмноження первинних статевих клітин – оогоній, із яких утворюються ооцити. Дозрілий ооцит перетворюється в яйце (Ov). Кладка яєць (Ov) смородинової вузькотілої златки починалася з 2 декади червня і тривала до початку липня місяця. Вихід личинок (L) із яєць спостерігався з другої декади червня місяця. Личинки, які вийшли із яєць проникали в середину пагонів, у яких залишалися на зимівлю.

Згідно з фенологічним календарем можна чітко передбачити період прояву найбільшої шкідливості смородинової вузькотілої златки, яка у сприятливі роки її розвитку може спричинити масовий спалах.

За нашими дослідженнями біологічний розвиток фітофага визначається характером безпосередньої взаємодії трьох компонентів: потенційною життєдіяльністю шкідника, рослиною-господарем і факторами зовнішнього середовища. Саме вони визначають інтенсивність розвитку та розмноження фітофага на смородині чорній, її життєдіяльність, агресивність та спричиняють спалахи масового розмноження. З проведеного регресійного аналізу за програмою було встановлено кореляційний зв'язок з коефіцієнтом детермінації $R=0,5728$. Отже, спалах чисельності та пік розмноження смородинової вузькотілої златки переважно на 57,3 % залежить від температури повітря та оптимальної кількості опадів, а на 42,7 % – від інших екологічних чинників.

Залежно від кліматичних умов, масовий літ жуків відбувається на 10–20 день після цвітіння смородини, коли сума ефективних температур досягає 20,3–20,5 °C [4].

На основі проведених досліджень смородинових агроценозів встановлено динаміку розвитку фітофага з перетвореннями (табл. 3).

3. Динаміка перетворення смородинової вузькотілої златки в умовах дослідного поля ЖНАЕУ

Розвиток з перетворенням	Дата перетворень		
	2017	2018	2019
Залялькування личинок	2.05	5.05	10.05
Вихід жуків нового покоління	14.05	18.05	20.05
Статевий шлюб фітофага	27.05	25.05	29.05
Кладка яєць	7.06	5.06	10.06
Відродження личинок	15.06	12.06	18.06

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Протягом 3-х років досліджень смородинової вузькотілої златки, як свідчать дані таблиці 3, значних відхилень у метаморфозі фітофага не спостерігалось. Залялькування личинок фітофага 2019 року відбулося на кінець першої декади травня місяця, тоді як статеве спарування припадало на останню декаду весни. За метаморфозом виходу личинок із яйця спостерігали лише в другій половині червня, що пояснюється впливовістю надзвичайно важливого комплексу факторів навколишнього середовища – абіотичних чинників (тривалість світлового періоду дня, температура, вологість, опади).

Ембріональний розвиток фітофага за метаморфозом переходить у постембріональний в середньому 2 тижні залежно від погодних умов [12].

За результатами моніторингу фітофага на смородині чорній виявлено інтенсивності різної ступені заселеності рослин смородиною вузькотілою златкою (табл. 4.)

4. Заселеність різних сортів смородини чорної вузькотілою златкою в умовах дослідного поля ЖНАЕУ

Сорти	Показники різної ступені заселеності за роками, бал		
	2017	2018	2019
Титанія	2	3	5
Сюїта Київська	3	4	5
Черешнева	5	4	6
Аметист	4	5	7
Чернеча	8	9	7

Дані таблиці 4 свідчать про те, що біологічний розвиток смородинової вузькотілої златки значно змінювався на різних сортах і за роками досліджень. Заселеність смородиною вузькотілою златкою спостерігалася на сорті Чернеча від 7 до 9 балів. Нестійким до цього фітофага виявилися сорти Черешнева та Аметист, де ступінь заселеності становив від 4 до 7 балів. Зміну заселеності рослин фітофагом за роками можна пояснити різною стійкістю сортів від впливу абіотичних факторів.

Закладання промислових площ новими високопродуктивними стійкими сортами смородини чорної проти вузькотілої златки сприятиме підвищенню продуктивності насаджень смородини та збільшенню рівня рентабельності її вирощування [1].

Отже, суттєва негативна дія фітофага на життєдіяльність насаджень смородини чорної останніми роками за шкідливістю посідає одне з перших місць. Результати наших досліджень свідчать, що в разі сильного пошкодження рослин смородини чорної вузькотілою златкою маса ягід зменшується і спостерігаються поодинокі китиці з дрібними ягодами (табл. 5).

5. Рівень зниження структури врожаю ягід смородини чорної в умовах різного ступеня заселеності рослин смородиною вузькотілою златкою

Сорти	Умовні позначення*	Показники зниження маси 100 ягід в умовах різної заселеності рослин в балах, г				
		1	2–3	4–5	6–7	8–9
Титанія	ab	188	163	141	119	71
	zm	1	1,1	1,3	1,6	2,6
Сюїта Київська	ab	156	136	121	104	61
	zm	1	1,1	1,2	1,5	2,4
Черешнева	ab	168	158	117	101	85
	zm	1	1,0	1,4	1,7	2,0
Аметист	ab	121	101	89	68	52
	zm	1	1,2	1,3	1,7	2,3
Чернеча	ab	151	136	111	85	60
	zm	1	1,1	1,4	1,8	2,5

Примітки: * – збільшення в порівнянні із заселеністю в 1 бал, ab – абсолютні показники, zm – зменшення, раз.

За дослідженням (табл. 5) впливу різного ступеня заселення рослин смородиною вузькотілою златкою (від 1 до 9 балів) виявлено, що при пошкодженні молодих гілок смородини фітофагом, від-

бувається негативний вплив на продуктивність рослин. За середньої заселеності смородини чорної (4–5 балів) вузькотілою златкою маса 100 ягід сортів Титанія, Сюїта Київська зменшується в 1,3 раза, Аметист – 1,2 раза, Черешнева, Чернеча – 1,4 раза. За умови заселеності рослин смородини вузькотілою златкою у 8–9 балів, маса 100 ягід зменшується від 2 до 3 разів.

Заселені рослини смородини чорної фітофагом відстають у рості, утворюють мілкі ягоди, листки, розпускаючись, в'януть і відмирають [19].

Отже, з проведених досліджень випливає, що в зоні Полісся України смородинова вузькотіла златка є надзвичайно шкідливим фітофагом у насадженнях смородини чорної та безпосередньо впливає на зниження продуктивності ягід.

Висновки

У зоні Полісся України вперше проведені та уточнені фенологічні особливості розвитку смородинової вузькотілої златки, динаміка розвитку фітофага за етапами перетворення. Встановлено вплив різного ступеня заселеності рослин вузькотілою златкою смородини чорної на її урожайність. При заселеності 8–9 балів маса 100 ягід зменшується у 2–3 рази, що значно впливає на зниження продуктивності рослин.

Перспектива подальших досліджень. На основі фенодат біологічного розвитку фітофага розробити логістичні моделі прогнозу та побудувати алгоритми фенологічного прогнозування заселеності смородинової вузькотілої златки, що дасть можливість робити сезонні короткострокові прогнози.

References

- Smagina, V., & Talejsnik, E. (1991). Chernaja smorodina. Luchshie sorta dlja srednej polosity. *Nauka i Zhizn*, 8, 114–117 [In Russian].
- Błaszczynska, B. (2007). Przyszłość plantacji porzeczkowych. *Warzywa*, 6, 36–39.
- Plyta, S. (2007). Nowe perspektywy dla czarnej porzeczki, *HASŁO ogrodnicze*, 5, 90–91.
- Brennan, R. M., Robertson, G. W., Mcnicol, J. W., Fyffe, L., & Hall, J. E. (1992). The use of metabolic profiling in the identification of gall mite (*Cecidophyopsis ribis* Westw.)-resistant blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) genotypes. *Annals of Applied Biology*, 121 (3), 503–509. doi: 10.1111/j.1744-7348.1992.tb03460.x.
- Roberts, I. M., Jones, A. T., & Amrine, J. W. (1994). Ultrastructure of the black currant gall mite, *Cecidophyopsis ribis* (Acari: Eriophyidae), the vector of the agent of reversion disease. *Annals of Applied Biology*, 125 (3), 447–455. doi: 10.1111/j.1744-7348.1994.tb04982.x.
- Yanovskyi, Yu. P. (1994). Efektyvnist khimichnykh zakhodiv borotby iz sysnymy shkidnykamy ya-bluni v plodovomu rozsadniuku. *Zakhyst Roslyn*, 41, 85–87 [In Ukrainian].
- Jones, A. T., Brennan, R. M., McGavin, W. J., & Lemmetty, A. (1998). Gallings and reversion disease incidence in a range of blackcurrant genotypes, differing in resistance to the blackcurrant gall mite (*Cecidophyopsis ribis*) and blackcurrant reversion disease. *Annals of Applied Biology*, 133 (3), 375–384. doi: 10.1111/j.1744-7348.1998.tb05837.x.
- Chu, P. W. G., & Francki, R. I. B. (1982). Detection of lettuce necrotic yellows virus by an enzyme-linked immunosorbent assay in plant hosts and the insect vector. *Annals of Applied Biology*, 100 (1), 149–156. doi: 10.1111/j.1744-7348.1982.tb07201.x.
- Ribes and Rubus crops. Ribes et Rubus. (2002). *EPPO Bulletin*, 32 (2), 423–441. doi: 10.1046/j.1365-2338.2002.00574.x.
- Korol, I. T., & Preshhepa, L. I. (1998). Osnovnye napravleniya, rezul'taty i perspektivy issledovaniy v oblasti mikrobiologicheskoy zashhity sel'skohozhajstvennykh kul'tur ot vreditelej v Belarusii. *Aktual'ne problemy biologicheskoy zashhity rastenij: sb. materialov dokl. uchasn. nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 100-letiju so dnja osnovopolozhnika rabot po biologicheskomu metodu zashhity rastenij v Belorusi*. Minsk [In Russian].
- Gusev, G. V., & Shhepetil'nikova, V. A. (Red.). (1975). *Biologicheskij metod zashhity rastenij* (Vol. 44). Leningrad: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut zashhity rastenij [In Russian].
- Moreno, A., Nebreda, M., Diaz, B. M., García, M., Salas, F., & Fereres, A. (2007). Temporal and spatial spread of Lettuce mosaic virus in lettuce crops in central Spain: factors involved in Lettuce mosaic virus epidemics. *Annals of Applied Biology*, 150 (3), 351–360. doi: 10.1111/j.1744-7348.2007.00135.x
- Narzikulov, M. N. (1979). Konceptiya «Balans prirody» kak ishodnaya poziciya ekologicheskogo

podhoda k zashite rastenij. *Entomologicheskoe Obozrenie*, 58 (4), 689–696 [In Russian].

14. Müller, C. B., Williams, I. S., & Hardie, J. (2001). The role of nutrition, crowding and interspecific interactions in the development of winged aphids. *Ecological Entomology*, 26 (3), 330–340. doi: 10.1046/j.1365-2311.2001.00321.x.

15. Hussejn, M., & Dyadechko N. P. (1979). Opyt ispolzovaniya afidofagov v plodovo-yagodnyh nasa-zhdeniyah Srednego Pridneprovya. *Nauchnye Trudy Ukrainskoj Selskohozyajstvennoj Akademii*, 230, 27–30 [In Russian].

16. Petrushova N. I., & Medvedeva, G. V. (1991). Vrednye i poleznye chlenistonogie yablonevogo sada pri raznoj kratnosti primeneniya pesticidov. *Sbornik nauchnyh trudov GNBS*, 111, 24–41 [In Russian].

17. Mitrofanov, V. I., & Fadeev, Ju. M. (1996). Prognoziruemaya zashhita rastenij – upravlenie agroceno-zom v edinom metabolicheskom prostranstve. *Jeklolgo-jekonomicheskie osnovy usovershenstvovaniya integ-rirovannyh sistem zashhity rastenij ot vreditelej boleznej i sornjakov: tez. dokl. nauch. proizvod. konf. posvjashh. 25-ju BELNIIZR*. Minsk [In Russian].

18. Mitrofanov, V. I., Sekerskaya, N. P., Trikoz, N. N., & Kornilov, V. P. (1996). Prognoziruemaya zashhita urozhaya – perehod k konstruirovaniyu ustojchivyh agrocenozov. *Jeklolgo-jekonomicheskie osnovy usovershenstvovaniya integrirovannyh sistem zashhity rastenij ot vreditelej boleznej i sornjakov: tez. dokl. nauch. proizvod. konf. posvjashh. 25-ju BELNIIZR*. Minsk [In Russian].

19. Knapp, M., Sarr, I., Gilioli, G., & Baumgärtner, J. (2006). Population models for threshold-based control of *Tetranychus urticae* in small-scale Kenyan tomato fields and for evaluating weather and host plant species effects. *Experimental and Applied Acarology*, 39 (3–4), 195–212. doi: 10.1007/s10493-006-9018-1.

20. Tertyshnyi, O. S. (1996). Ahrobiolohichne obgruntuvannia zakhystu yabluni, slyvy, ta chornoj smorodiny vid shkidnykiv v umovakh Shkidnoho Lisostepu. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv: Natsionalnyi ahrarnyi universytet [In Ukrainian].

21. Trybel, S. O. (Ed.). (2001). *Metodyky vyprovuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*. Kyiv: Svit [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 20.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бакалова А. В., Ткаленко Г. М., Грицюк Н. В., Дереча О. А., Щепанівський Д. С. Фенологічні особливості розвитку смородинової вузькотілої златки в насадженнях смородини чорної в умовах Полісся України. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 65–71.

© Бакалова Алла Володимирівна, Ткаленко Галина Миколаївна, Грицюк Наталя Вікторівна,
Дереча Олексій Артемович, Щепанівський Денис Сергійович, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



original article | UDC 633.16:632.9 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.09

USING SYSTEMIC FUNGICIDES AGAINST OAT FUNGAL DISEASES IN ZHYTOMYR REGION

O. A. Derecha,

ORCID ID: [0000-0001-6785-8413](https://orcid.org/0000-0001-6785-8413), E-mail: derecha37@gmail.com,

N. V. Gritsyuk,

ORCID ID: [0000-0002-4185-7495](https://orcid.org/0000-0002-4185-7495), E-mail: ngritsyuk78@gmail.com,

A. V. Bakalova,

ORCID ID: [0000-0002-6803-6304](https://orcid.org/0000-0002-6803-6304), E-mail: bakalova1970@ukr.net,

P. C. Kovalchuk,

E-mail: romakovalchk@ukr.net,

T. I. Shamray,

E-mail: shamraia@ukr.net,

Zhytomyr National Agro-Ecological University, 7, Staryi Bulvar, Zhytomyr, 10008, Ukraine

The harmfulness, spreading and developing of stem rust, crown rust and helminthosporiosis in Zhytomyr region was studied. Crown rust turned out to be the most harmful disease: the assimilation processes were upset, the weight of oat grains was reduced, and husk content increased in the affected plants. The grain weight in severe cases decreased by 0.8 g in oats affected with crown rust; under stem rust it was 0.6 g less, and under helminthosporiosis – 0.7 g less as compared with insignificant (5–15 %) levels of the diseases. Therefore, the necessity of applying systemic fungicides both individually in full and in half rates of preparation using arose. At double treatment with Elatus Ria 358 EC 0.5 l/ha; Rex Duo, KS, 0.4 l/ha; Tilt 250 EC, KE, 0.5 l/ha stem rust spreading decreased by 50.1, 47.5, 39.6 % as compared with the control variant. Spraying with tank mixtures resulted in disease reduction. The lowest incidence of the disease was observed at treating with a low dose of Elatus Ria 358 EC 0.3 l/ha + Rex Duo, COP, 0.2 l/ha preparation mixtures. Thus, the spreading and developing of stem rust decreased by 58 % and 31.8 %; crown rust – by 40.0 % and 28.4 %; helminthosporiosis – by 42.5 % and 21.9 % as compared with untreated crops. Applying fungicides favors the formation of a high stable yield with corresponding structural indices. As a result of spraying crops with Elatus Ria 358 EC 0.5 l/ha; Rex Duo, COP, 0.4 l/ha; Slope 250 EC, KE, 0.5 l/ha systemic fungicides the grain weight in the parcel increased by 0.20; 0.15; 0.12 g; the weight of 1000 grain increased by 4; 2; 1 g, moreover the number of productive stems increased on 61; 56; 49 pieces per m² as compared with the control variant. Using systemic fungicides and their tank mixtures increased grain yield by 0.46–1.12 t/ha in comparison with the control variant. Applying tank mixtures (Elatus Ria 358 EC 0.3 l/ha + Tilt 250 EC, CE, 0.3 l/ha) increased the yield by 1.08 t/ha. The highest oat yield was received at crop treatment with the tank mixture of Elatus Ria 358 EC 0.3 l/ha + Rex Duo, KS, 0.3 l/ha, which was 4.42 t/ha, 1.12 t/ha higher than in the control variant. Considering the high harmfulness of crown rust, stem rust and helminthosporiosis we consider it expedient to use the investigated fungicides in production conditions. Under weather conditions favorable for developing and spreading the diseases, two treatments must be conducted.

Key words: oats, fungicides, yield, stem rust, crown rust, helminthosporiosis.

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНИХ ФУНГІЦИДІВ ПРОТИ ГРИБНИХ ХВОРОБ ВІВСА В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

О. А. Дереча, Н. В. Грицюк, А. В. Бакалова, Р. С. Ковальчук, Т. І. Шамрай,

Житомирський національний агроекологічний університет, Старий Бульвар, 7, м. Житомир, 10008, Україна

В умовах Житомирської області вивчено шкідливість, поширення та розвиток стеблової іржі, корончастої іржі та гельмінтоспоріозу. Найшкідливішою хворобою виявилася корончаста іржа, в уражених рослинах порушуються асиміляційні процеси, знижується вага зернівок вівса і збільшується плівчастість. Маса зерна з волоті при сильному ураженні вівса корончастою іржею зменшилася на 0,8 г; стебловою іржею – на 0,6 г; гельмінтоспоріозу – на 0,7 г порівняно з незначним (5–15 %) ступенем ураження. Тому виникла виробнича необхідність у застосуванні системних фунгіцидів як окремо у повних, так і в половинних нормах витрати препаратів. У разі дворазової обробки препаратами Елатус Ріа 358 ЕС 0,5 л/га; Рекс Дуо, КС, 0,4 л/га; Тілт 250 ЕС, КЕ, 0,5 л/га поширення стеблової іржі зменшилося на 50,1, 47,5, 39,6 % порівняно з контрольним варіантом. Значно зменшилося ураження хворобами при обприскуванні баковими сумішами. Найменші показники ураження хворобами спостерігали при обробці сумішшю препаратів із зменшеними дозами Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Рекс Дуо, КС, 0,2 л/га, поширення та розвиток стеблової іржі зменшився на 58 % та 31,8 %; корончастої іржі – 40,0 % та 28,4 %; гельмінтоспоріозу – 42,5 % та 21,9 % порівняно з необробленими посівами. Застосування фунгіцидів сприяє формуванню високого, стабільного врожаю з відповідними структурними показниками. Під впливом обприскування посівів системними фунгіцидами Елатус Ріа 358 ЕС 0,5 л/га; Рекс Дуо, КС, 0,4 л/га; Тілт 250 ЕС, КЕ, 0,5 л/га спостерігали збільшення маси зерен у волоті на 0,20; 0,15; 0,12 г, маса 1000 зерен збільшилася на 4; 2; 1 г при цьому кількість продуктивних стебел – на 61; 56; 49 шт. з м² порівняно з контрольним варіантом. Застосування системних фунгіцидів і їхніх бакових сумішей підвищує урожайність зерна на 0,46–1,12 т/га порівняно з контрольним варіантом. Найвищу врожайність вівса отримали у разі обробки посівів баковою сумішшю Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Рекс Дуо, КС, 0,3 л/га, яка становила 4,42 т/га, що на 1,12 т/га вище, ніж у контрольному варіанті. Зважаючи на високу шкідливість корончастої іржі, стеблової іржі та гельмінтоспоріозу, вважаємо доцільним застосовувати досліджувальні фунгіциди у виробничих умовах. При створенні сприятливих погодних умов для розвитку та поширення захворювань необхідно провести дві обробки.

Ключові слова: овес, фунгіциди, врожайність, корончаста іржа, стеблова іржа, гельмінтоспоріоз.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ОВСА В УСЛОВИЯХ ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. Дереча, Н. В. Грицюк, А. В. Бакалова, Р. С. Ковальчук, Т. И. Шамрай,

Житомирский национальный агроэкологический университет, Старый Бульвар, 7, г. Житомир, 10008, Украина

В условиях Житомирской области изучено вред, распространение и развитие стеблевой ржавчины, корончатой ржавчины и гельминтоспориоза. Более вредной болезнью оказалась корончатая ржавчина, в пораженных растениях нарушаются ассимиляционные процессы, снижается вес зерновок овса и увеличивается пленчатость. Поэтому возникла производственная необходимость в применении системных фунгицидов как отдельно в полных, так и в половинных нормах расхода препаратов. Наименьшие показатели поражения болезнями наблюдали при обработке смесью препаратов с уменьшенными дозами Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Рекс Дуо, КС, 0,2 л/га, так, распространение и развитие стеблевой ржавчины уменьшилось на 58 % и 31,8 %; корончатой ржавчины – 40,0 % и 28,4 %; гельминтоспориоза – 42,5 % и 21,9 % по сравнению с необработанными посевами. Применение системных фунгицидов и их баковых смесей повышает урожайность зерна на 0,46–1,12 т/га по сравнению с контрольным вариантом. Наивысшую урожайность овса получили при обработке посевов баковой смесью Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Рекс Дуо, КС, 0,3 л/га, составила 4,42 т/га, что на

1,12 т/га више чем в контрольном варианте. Учитывая высокую вредность корончатой ржавчины, стеблевой ржавчины и гельминтоспориоза, считаем целесообразным применять исследуемые фунгициды в производственных условиях. При создании благоприятных погодных условий для развития и распространения заболеваний необходимо провести две обработки.

Ключевые слова: овес, фунгициды, урожайность, корончатая ржавчина, стеблевая ржавчина, гельминтоспориоз.

Вступ

Овес належить до важливих зернових культур і є незамінним концентрованим кормом для коней, великої рогатої худоби та домашньої птиці. Зерно вівса має високу поживність – 1 кг вівса відповідає одній кормовій одиниці з вмістом 85–92 г перетравного протеїну. Із зерна вівса виробляють різні цінні крупи для дитячого та дієтичного харчування [1]. Крім того, зерно вівса порівняно з іншими зерновими культурами характеризується більш високим вмістом білка (12–18 %) і жиру (4–5 %), добре збалансованим амінокислотним складом. Дуже важливу роль овес відіграє і в харчуванні людини, оскільки має цінні харчові властивості, є дієтичним продуктом, використовується для виробництва круп, кави та інших продуктів. Сьогодні з вівса виробляють не тільки борошно, крупи, пластівці, печиво, а й велику кількість сухих сніданків, каші швидкого приготування, навіть йогурти та напої [2].

В Україні овес вирощують переважно в Поліській та Лісостеповій зоні (валовий збір зерна 499 тис. т, урожайність 2,4 т/га), найбільші площі посівів у Волинській (39,5 тис. га), Житомирській (30,4 тис. га), Чернігівській (28,0 тис. га), Рівненській (21,2 тис. га), Львівській (16,2 тис. га) областях [3]. Потенційна урожайність цієї рослини може досягати 5,0–6,0 т/га.

Овес, завдяки незначному ураженню кореневими гнилями, в сівоzmінах виконує фітосанітарну роль. Крім того, посіви вівса є ефективним природним засібом захисту проти хвороб інших зернових культур, що має важливе значення в охороні навколишнього середовища, і як результат зменшення застосування пестицидів [4]. Водночас овес вважається найменш вимогливою культурою до родючості ґрунтів та попередників.

Останніми роками фітосанітарна ситуація на полях України ускладнюється внаслідок цілої низки факторів, а саме: недотримання сівоzmіни, насичення їх зерновими культурами, поверхневий обробіток ґрунту, часті та довготривалі весняно-літні засухи сприяють широкому поширенню інфекційних хвороб. Поряд із сажковими хворобами (*Ustilago avenae* (Pers.) Jens. й *Ustilago kolleri* Wille.) у вівса значного поширення набули корончаста іржа (*Puccinia coronata* Corda), червоно-бура плямистість або гельмінтоспориоз (*Drechslera avenae* Eidam.), інфекційні хвороби насіння, а в окремі роки – різні типи корневих гнилей [5]. Незадовільний стан землеробства і погіршення фітосанітарної ситуації потребує нової стратегії захисту зернових культур, зокрема й вівса.

Зменшити шкідливість хвороб до невідчутного економічного рівня можливо лише за умов своєчасного виявлення цих хвороб і ретельного проведення ефективних профілактичних захисних заходів.

Найбільш поширеною і шкідливою хворобою вівса є корончаста іржа (збудник базидіальний гриб *Puccinia coronata* f. *avena* Fr. et Led.), яка може знижувати урожайність на 10–15 % [6], а в роки епіфітотій втрати врожаю від цієї хвороби можуть досягати 80 % і більше [7]. Шкідливість хвороби проявляється у зниженні або повністю припиненні синтезу поживних речовин у рослині, внаслідок чого утворюється щупле насіння, погіршується якість зерна. При ураженні рослин також погіршуються кормові якості зеленої маси і соломи [8]. За наявності інфекції і сприятливих погодних умов хвороба досягає епіфітотійного розвитку за короткий проміжок часу [9].

Ще одне шкідливе іржасте захворювання – лійна або стеблова іржа (збудником хвороби є гриб *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *Avenae*, гриб є дводомним: спермогоніальне й еціальне спороношення формується на барбарисі або магонії, всі інші стадії – на вівсі та інших злакових культурах). Хвороба проявляється у фазу цвітіння – молочна стиглість зерна на стеблах, листових піхвах, остюках і колоскових лусочках у вигляді іржасто-бурих, видовжених подушечок уредіній з уредініоспорами, які розміщуються на рослині як бурі розірвані смуги [10]. У разі сильного розвитку хвороби недобір врожаю зерна може досягти 50 % і більше. Одночасно погіршуються і його якості, зменшується вміст аспарагінової та глютамінової кислот у зернівках. Хвороба призводить до зниження асиміляційної поверхні, посиленню дихання, випаровування, попередньому висиханню й опаданню листя. У результаті погіршується налив зерна, зернівки утворюються щуплі, знижується урожай [11]. При епіфі-

тотійному розвитку хвороби на 1 га посівів збудник хвороби формує до 0,5 т урединіоспор (в 1 г налічується 300 млн шт.). За умови сильного розвитку хвороби недобір урожаю, внаслідок так званого витікання зерна, може сягати 70 %. Основне джерело інфекції – насіння із гемами під плівками. Зараження рослин відбувається у ґрунті під час проростання, незважаючи на те, що заспорення та деякий розвиток грибниці під плівками відбувається під час цвітіння рослин [12].

Червоно-бура плямистість, або гельмінтоспоріоз (збудником хвороби є гриб *Pyrenophora avenae* Ito et Kurib. (анаморфа: *Drechslera avenae* Sharif). Сумчасте спороношення гриба представлено перитеціями, в середині яких формуються сумки з сумкоспорами. Хвороба проявляється на листках як темно-бурі, темно-сірі або коричневі з червоним відтінком, довгасті, обмежені жилками плями. У вологу погоду на них з'являється темно-оливковий наліт, який є конідіальним спороношенням збудника хвороби [13, 14]. Уражені листки засихають і відмирають. У разі сильного ураження колосових лусочок формується щупле зерно. Втрати врожаю можуть бути 100 % у результаті відмирання листків [3, 15].

Сучасний рівень зернового господарства потребує значного підвищення якості зерна, що зі свого боку передбачає зниження ураження рослин збудниками шкідливих хвороб, особливо корончастою іржею вівса, яка може за короткий час у сприятливих умовах призвести до епіфітотії, а отже, до значного зменшення урожаю [16].

В агроекологічних умовах Житомирщини у посівах вівса щорічно проявляється різні види іржі, червоно-бура плямистість (гельмінтоспоріоз), при цьому ступінь ураження посівів вівса цими хворобами значно перевищує наявні економічні пороги шкідливості. Через недостатню ефективність організаційно-господарських та агротехнічних заходів контролю появи та розвитку хвороб, за такої фітосанітарної ситуації в агроценозах зернових культур може виникнути необхідність застосування пестицидів, зокрема нових сучасних фунгіцидів. До заходів хімічного захисту висувається низка вимог: препарати повинні мати високу ефективність дії стосовно шкідливих об'єктів, бути безпечними для навколишнього середовища, а їхнє застосування економічно вигідним. А тому з метою захисту посівів від цих хвороб виникає необхідність застосовувати профілактичні фунгіцидні обробки.

Метою наших досліджень було з'ясувати господарську та технічну ефективність застосування системних препаратів та їх бакових сумішей проти найбільш поширених шкідливих хвороб вівса.

Матеріали і методи досліджень

Зважаючи на вищевикладене, мета наших досліджень полягає у проведенні моніторингу фітосанітарного стану посівів вівса, визначенню шкідливості хвороби, оцінці ефективності обробки посівів у період вегетації системними фунгіцидами. Дослідження проводили протягом 2018–2019 рр. у виробничих посівах СфГ «Недашківське» с. Недашки Малинський р-н Житомирська обл. Досліди здійснювали на сорті Житомирський. Норма висіву з розрахунку 5 млн схожих зерен на гектар, розмір ділянок – 50 м², повторність – чотириразова. Агротехніка загальноприйнята для цієї культури в зоні Полісся України. Обприскування посівів фунгіцидами проводили двічі, перше – у фазі виходу у трубку, друге – через 20 днів за такою схемою:

1. Контроль (обробка водою);
2. Елатус Ріа 358 ЕС 0,5 л/га (еталон);
3. Рекс Дуо, КС, 0,4 л/га;
4. Тілт 250 ЕС, КЕ, 0,5 л/га
5. Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га+ Рекс Дуо, КС, 0,2 л/га;
6. Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га+ Тілт 250 ЕС, КЕ, 0,3 л/га.

Обстеження посівів вівса для визначення шкідливості корончастої, стеблової іржі та гельмінтоспоріозу приводили при появі перших пустул, плям, а наступні – з інтервалом 10–15 днів. Для визначення ураження кожного листка хворобою використовували шкалу Т. Д. Страхова (рис. 1), за якою враховується ступінь ураження листової поверхні та стебла у процентах. Поширення та розвиток хвороби визначали за загальноприйнятими формулами [17].

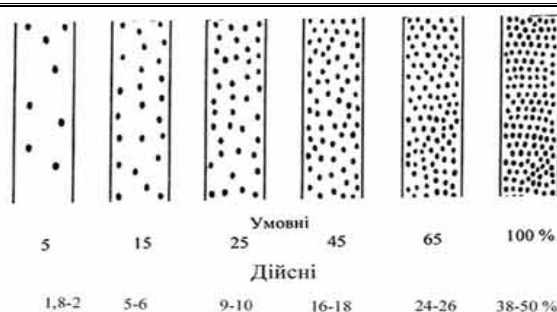


Рис. 1. Шкала Т. Д. Страхова для оцінки ступеня ураження листя корончастою іржею та стебел стебловою іржею [17]

Результати досліджень та їх обговорення

Останнім часом у господарствах різної форми власності значну шкоду зерновим культурам завдають хвороби. Овес не є виключенням. Маршрутні та стаціонарні спостереження в Житомирському регіоні виявили, що найбільш поширеними хворобами вівса є корончаста іржа, стеблова іржа та червоно-бура плямистість (гельмінтоспоріоз).

З метою визначення шкідливості домінуючих хвороб вівса були проведені дослідження на виробничих посівах площею 50 га. Для обліку хвороб було відібрано снопи (по 100 рослин) з різним ступенем ураження хворобами, на яких визначали основні елементи структури врожаю (табл. 1).

1. Шкідливість хвороб вівса (сорт Житомирський, Житомирська обл., 2018–2019 рр.)

Показники	Ступінь ураження, %								
	стеблова іржа			корончаста іржа			гельмінтоспоріоз		
	5–15	16–45	46–65	5–15	16–45	46–65	5–15	16–45	46–65
Маса зерна з волоті, г	1,8	1,4	1,2	1,6	1,3	0,8	1,7	1,3	1,0
Маса 1000 зерен, г	38,0	34,0	31,0	36,9	32,5	29,6	37,6	34,3	32,6
Маса зерна з 1 м ² г	46,0	40,2	37,0	44,0	40,0	38,0	45,0	42,0	39,0
Кількість продуктивних стебел з 1 м ² шт.	297	273	235	290	260	238	291	285	240
Розрахунковий врожай, т/га	4,60	3,82	2,82	4,40	3,38	1,90	4,50	3,70	2,40

Результати наших досліджень з визначення шкідливості різних хвороб показали, що залежно від ступеня ураження маса зерна з волоті зменшувалася при ураженні стебловою іржею від 1,8 до 1,2 г; корончастою іржею – 1,6 до 0,8 г; гельмінтоспоріозом – від 1,7 до 1,0 г. Маса зерна вівса з 1 м² зменшилася при ураженні стебловою іржею на 9 г, корончастою іржею та гельмінтоспоріозом на 6 г порівняно з низьким ступенем ураження. При цьому розрахункова урожайність зерна вівса залежно від ступеня ураження хворобами варіювала в різних межах, при ураженні стебловою іржею 4,6–2,82 т/га, корончастою іржею – 4,4–1,9 т/га, гельмінтоспоріозом – 4,5–2,4 т/га.

В умовах Житомирської області хвороби стеблова та корончаста іржа, гельмінтоспоріоз є надзвичайно шкідливими, а тому з метою отримання високих врожаїв зерна вівса в господарствах всіх форм власності необхідно застосовувати допоміжні профілактичні заходи із застосуванням бакових сумішей з системних фунгіцидів.

Обробку проводили двічі. Першу починали у фазу кущення або виходу у трубку, при перших проявах іржі та гельмінтоспоріозу, другу – через 15–20 днів (табл. 2).

Обприскування посівів вівса у період вегетації системними фунгіцидами як окремо, так і в суміші значно підвищує стійкість рослин проти хвороб різної етіології.

Поширення та розвиток стеблової іржі залежно від варіанту досліду становив 90,1–32,1 % та 48,0–16,2 %; корончастої іржі 81,3–41,3 % та 44,8–16,1 %; гельмінтоспоріозу – 75,2–32,7 та 36,4–14,5 % відповідно. Найменший ступінь ураження спостерігали при обробці посівів вівса баковою сумішшю з препаратів Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Рекс Дуо, КС, 0,2 л/га у зменшених нормах витрати препаратів. Поширення та розвиток стеблової іржі зменшився на 58 % та 31,8 %; корончастої іржі – 40,0 % та 28,4 %; гельмінтоспоріозу – 42,5 % та 21,9 % порівняно з необробленими посівами.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Вплив фунгіцидів на ураженість вівса хворобами (сорт Житомирський, Житомирська обл., 2018–2019 рр.)

Варіанти дослідів	Ураження, %					
	стебловою іржею		корончастою іржею		гельмінтос-поріозом	
	П*	Р*	П*	Р*	П*	Р*
Контроль	90,1	48,0	81,3	44,8	75,2	36,4
Елатус Ріа 358 ЕС 0,5 л/га (еталон)	40,0	21,3	50,5	34,0	40,6	24,0
Рекс Дуо, КС, 0,4 л/га	42,6	23,0	36,8	21,6	37,0	21,9
Тілт 250 ЕС, КЕ, 0,5 л/га	50,5	28,0	54,6	32	42,9	26,4
Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Рекс Дуо, КС, 0,2 л/га	32,1	16,2	41,3	16,1	32,7	14,5
Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Тілт 250 ЕС, КЕ, 0,3 л/га	36,1	18,9	43,9	19,6	33,2	17,2

Примітки: П* – поширення хвороби; Р* – розвиток хвороби.

Підвищення стійкості рослин вівса проти грибних хвороб позитивно впливає на ріст і розвиток рослин і значно покращує елементи структури урожаю (табл. 3).

3. Вплив фунгіцидів на структуру урожаю зерна вівса (сорт Житомирський, Житомирська обл., 2018–2019 рр.)

Варіанти	Кількість продуктивних стебел, шт./1 м ²	Кількість зерен у волоті, шт.	Маса зерен з волоті, г	Маса 1000 зерен, г
Контроль	340	54	0,9	32
Елатус Ріа 358 ЕС 0,5 л/га (еталон)	401	61	1,1	36
Рекс Дуо, КС, 0,4 л/га	396	59	1,05	34
Тілт 250 ЕС, КЕ, 0,5 л/га	389	58	1,02	33
Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Рекс Дуо, КС, 0,2 л/га	408	65	1,2	38
Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Тілт 250 ЕС, КЕ, 0,3 л/га	403	60	1,14	37

Залежно від варіантів дослідів кількість продуктивних стебел з 1 м² збільшувалася від 340 до 408 шт., кількість зерен у волоті – 54–65 шт., маса зерен з волоті – 0,9–1,2 г, маса 1000 зерен – 32–38 г. Найкращі показники продуктивності спостерігали у разі обробки посівів баковою сумішшю Елатус Ріа 358 ЕС 0,5 л/га + Рекс Дуо, КС, 0,4 л/га. Кількість продуктивних зерен збільшилася на 68 з 1 м², кількість зерен у волоті – на 11 шт., маса зерна з волоті – на 0,3 г, маса 1000 зерен – на 6 г.

Покращення елементів структури вівса позитивно вплинуло на урожай зерна (табл. 4).

4. Вплив фунгіцидів на урожайність зерна вівса (сорт Житомирський, Житомирська обл., 2018–2019 рр.)

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га			Приріст врожаю, т/га
	2018	2019	середня за два роки	
Контроль (обробка водою)	32,7	33,3	3,30	–
Елатус Ріа 358 ЕС 0,5 л/га (еталон)	41,4	42,0	4,17	+0,87
Рекс Дуо, КС, 0,4 л/га	38,2	39,8	3,90	+0,6
Тілт 250 ЕС, КЕ, 0,5 л/га	36,5	38,7	3,76	+0,46
Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Рекс Дуо, КС, 0,2 л/га	44,7	43,7	4,42	+1,12
Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Тілт 250 ЕС, КЕ, 0,3 л/га	42,7	44,9	43,8	+1,08
НІР ₀₅	0,21	0,36		

Застосування системних фунгіцидів і їх бакових сумішей підвищує урожайність зерна на 0,46–1,12 т/га порівняно з контрольним варіантом. При обприскуванні посівів фунгіцидами Елатус Ріа 358 ЕС 0,5 л/га, Рекс Дуо, КС, 0,4 л/га та Тілт 250 ЕС, КЕ, 0,5 л/га окремо в рекомендованих

дозах приріст урожаю становив 0,87, 0,6 та 0,46 т/га відповідно. А застосування бакових сумішей (Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Тілт 250 ЕС, КЕ, 0,3 л/га) підвищило урожайність на 1,08 т/га. Найвищу врожайність вівса отримали у разі обробки посівів баковою сумішшю Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Рекс Дуо, КС, 0,3 л/га, яка становила 4,42 т/га, що на 1,12 т/га вища, ніж у контрольному варіанті.

Розвиток хвороби необхідно стримувати, коли процес перебуває в початковій стадії, щоб відкласти формування епіфітотійної стадії на менш шкідливий період [18]. Застосування фунгіцидів дало змогу захистити від ураження плямистостями на період наливання зерна два верхніх листки, що позитивно вплинуло на формування структурних елементів, продуктивності рослин і в результаті на урожай [19]. Фунгіцид Елатус Ріа 358 ЕС має добру профілактичну, лікувальну, і викорінюючу дії на збудників зернових культур. Гармонійне поєднання трансламінарного поширення солатенол™ і системного руху в тканинах рослин двох триазолів – ципроконазолу й пропіконазолу – захищає листки на всіх етапах розвитку. Різний механізм дії активних речовин запобігає виникненню резистентності патогенів [20].

Висновки

У посівах вівса при проведенні досліджень були поширені такі хвороби – корончаста іржа, стеблова іржа та гельмінтоспориоз. Найшкідливіша з них виявилася корончаста іржа. У разі сильного ступеня ураження рослин (46–65 %) маса зерна з волоті зменшилася на 0,8 г, а розрахункова урожайність – на 2,5 т/га. Отже, з метою зменшення шкідливості та поширення грибних мікозів у посівах вівса необхідно в господарствах всіх форм власності проводити профілактичні комплексні обробки посівів сумішшю системних фунгіцидів Елатус Ріа 358 ЕС 0,3 л/га + Рекс Дуо, КС, 0,3 л/га, це забезпечить не тільки зменшення розвитку хвороб, а й дасть додатково отримати приріст врожаю 1,12 т/га.

Перспективи подальших досліджень. Для зменшення пестицидного навантаження на ґрунти і навколишнє середовище потрібно в подальших дослідженнях приділити увагу застосуванню біологічних методів захисту вівса від хвороб, а саме вирощуванню стійких сортів та обробці біологічними та рістрегулюючими препаратами.

References

1. Lykhochvor, V. V., & Petrychenko, V. F. (2006). *Roslynnystvo. Suchasni intensyvni tekhnolohii vyroshchuvannya osnovnykh polovykh kultur*. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii» [In Ukrainian].
2. Stepanenko, T. (2005). *Vivsianka Ser! Propozytsiia*, 4, 32–34 [In Ukrainian].
3. Retman, S. V., & Panchenko, Yu. S. (2017). Biologichni preparaty dlia zakhystu vivsa vid khvorob u pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. *Silskohospodarska Mikrobiolohiia*, 25, 50–56 [In Ukrainian].
4. Zubets, M. V., Sytnyk, V. P., & Krut, V. O. (2004). *Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva u zoni Lisostepu Ukrainy*. Kyiv: Lohos [In Ukrainian].
5. Svirikova, S. V., Starcev, A. A., & Zaushincena, A. V. (2016). Bolezni ovsa v zapadnoj Sibiri i geneticheskie istochniki ustojchivosti. *Izvestija TSHA*, 1, 108–113 [In Russian].
6. Chekmarev, V. V. (2012). Sushhestvuet li universal'naja formula razvitija rzhavchiny? *Zashhita i Karantin Rastenij*, 5, 35–37 [In Russian].
7. Gradoboeva, T. P., & Batalova, G. A. (2018). Ocenka sortoobrazcov ovsa na ustojchivost' k koronchatoj rzhavchine. *Zernobobovye i Krupjanye Kul'tury*, 1 (25), 91–98 [In Russian].
8. Turapyn, V. P., & Druskeldynov, S. B. (1992). Koronchastaia rzhavchyna ovsa na severe Kazakhstana, *Zashchyta Rastenij*, 10, 17–19 [In Ukrainian].
9. Kutsak, M. M. (2007). Vplyv strokiv sivby na rozvytok koronchatoi irzhi vivsa. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*, 53, 152–155 [In Ukrainian].
10. Poplavskaja, N. G. (2012). Patogenyj kompleks gribov, parazitirujushhih na ovse (literaturnyj obzor). *Zashhita Rastenij: Sbornik Nauchnyh Trudov*, 36, 125–132 [In Belarus].
11. Dzhafarov, I. G., & Mehdiyev, I. T. (2012). Biologicheskaja jeffektivnost' fungicidov na ozimoy pshenice. *Zashhita i Karantin Rastenij*, 5, 35–37 [In Russian].
12. Markov, I. (2014). Diagnostyka vivsa. *Ahrobiznes*, 1–2, 16–20 [In Ukrainian].
13. Buga, S. F., Zhukovskij, A. G., & Zherdec'kij, T. N. (2011). Zashhita ovsa ot boleznej. *Zashhita Rastenij: Sbornik Nauchnyh Trudov*, 35, 85–89 [In Belarus].
14. Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*, doi: 10.1016/c2009-0-02037-6.
15. Sidorov, A. V., Zaharov, V. G., & Tyryshkin, L. G. (2018). Polevaja ustojchivost' obrazcov ovsa i

jachmenja k gribnym listovym boleznam. *Izvestija Sankt-Peterburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 2, 76–79. doi: 10.24411/2078-1318-2018-14076 [In Russian].

16. Kutsak, M. M. (2010). Zastosuvannia biopreparatu ahats 25-k proty koronchactoi irzhi vivsa. *Buleten Instytutu Zernovoho Hospodarstva*, 39, 149–150 [In Ukrainian].

17. Trybel, S. O., & Hetman, M. V. (Eds.). (2010). *Metodolohiia otsiniuvannia stiikosti sortiv pshenytsi proty khvorob i zbudnykiv khvorob*. Kyiv: Kolobik.

18. Mykhailenko, S. V. (2011). Zakhyst yachmeniu yarocho vid khvorob lystia. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*, 57, 137–141 [In Ukrainian].

19. Levshakov, L. V., & Rusanova, Ju. Ju. (2015). Primenenie fungicidov na posevah ozimoy pshenicy i ih vlijanie na urozhajnost' i kachestvo zerna na seryh-lesnyh pochvah CChZ. *Vestnik Kurskoj Gos. S.-H. Akademii*, 6, 45–46 [In Russian].

20. Dubrovin, V. (2018). Elatus™ Ria: pochynaemo postiinu rubryku harnykh novyn z poliv. *Ahronom*, 4 (62), 72–75 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 20.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Дереча О. А., Грицюк Н. В., Бакалова А. В., Ковальчук Р. С., Шамрай Т. І. Застосування системних фунгіцидів проти грибних хвороб вівса в умовах Житомирської області. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 72–79.

© Дереча Олексій Артемович, Грицюк Наталя Вікторівна, Бакалова Алла Володимирівна,
Ковальчук Роман Сергійович, Шамрай Тарас Іванович, 2019



**Agriculture.
Plant growing**

**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 633.52:631.5 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.10

THE INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON SOYBEAN PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE

T. P. Shepilova,

ORCID ID: [0000-0002-1439-0439](https://orcid.org/0000-0002-1439-0439), E-mail: shepilova.tamara@gmail.com,

Central Ukrainian National Technical University, 8, Prospekt Universytetskyi, Kropyvnytskyi, 25006, Ukraine

Soybean is traditionally referred to as one of widely spread leguminous crops in the world. It is universally used in food, feed industries, and technology. In Ukraine, along with a large amount of soybean acreage, its productivity remains unstable, mainly due to the violation of cultivation technology. The modern direction of increasing soya yields is applying energy-saving technologies by using plant growth regulators, which enables to increase productivity and improve seed quality. The aim of the research was to identify the effectiveness of growth regulators for the treatment of soybean seeds of different groups of ripeness in the northern Steppe of Ukraine. The research task was to determine the effect of growth regulators on field germination of seeds and soya productivity. Field, laboratory and statistical methods were used in the research. The results of the studies showed that using growth regulators increased field germination of the seeds of early-ripening Zolushka variety by 2.1–2.7 %, and of medium-ripening Romashka variety by 2.2–3.3 %. Concerning the studied growth regulators, X-site preparation (25.8 pcs. with Zolushka variety) and (33.2 pcs. with Romashka variety) had more positive effect on the formation of the number of pods per one plant, which was by 15.7 % and 14.9 % more than the control sample respectively. The seed weight per plant was 7.70 g bigger in Romashka variety on the average and on 6.17 g in Zolushka variety. Using growth regulators contributed to a significant increase in seed weight as compared with the control sample in Romashka variety by 0.34–0.61 g (4.6–8.3 %), Zolushka variety after using Vympel and X-site preparations – 0.44 and 0.51 g, respectively. In both varieties, the formation of a larger seed weight was achieved by treating seeds with X-site preparation – 6.35 g and 7.95 g respectively. Yields showed that all growth regulators ensured their significant increase in Romashka variety – 0.23–0.33 t/ha (by 9.2–13.3 %), in Zolushka (Vympel and X-site – 0.16 and 0.27 t/ha), respectively. In variants with seed treatment with the X-site growth regulator, soybean yields were higher and amounted to 2.46t/ha in Zolushka and 2.82 t/ha in Romashka varieties.

Key words: soybean, number of pods, seed weight, field germination, yield.

ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Т. П. Шепілова,

Центральноукраїнський національний технічний університет, пр. Університетський, 8, м. Кропивницький, 25006, Україна

Соя відноситься до розповсюджених зернобобових культур, оскільки має універсальний характер використання. В Україні соя займає значний обсяг посівних площ, тоді як урожайність її залишається поки нестабільною, загалом через порушення технології вирощування. Сучасним напрямом підвищення урожайності сої є впровадження енергозберігаючих технологій із застосуванням регуляторів росту рослин, що дає змогу підвищити продуктивність та покращити якість насіння. Метою нашої

роботи було встановити ефективність дії регуляторів росту для обробки насіння сортів сої різних груп стиглості в умовах північного Степу України. Завдання досліджень: встановити вплив регуляторів росту на польову схожість насіння та продуктивність сої в умовах Північного Степу України. Результати досліджень показали, що застосування регуляторів росту сприяло збільшенню польової схожості насіння в сорту Золушка порівняно з контролем на 2,1–2,7 %, у сорту Ромашка – на 2,2–3,3 %. З регуляторів росту, що вивчалися, більший позитивний вплив на формування кількості бобів з однієї рослини мав препарат Ікс-Сайт – 25,8 шт. (сорт Золушка) і 33,2 шт. (сорт Ромашка), що більше за контроль на 15,7 і 14,9 % відповідно. Маса насіння з однієї рослини була більшою в сорту Ромашка в середньому – 7,70 г, у сорту Золушка – 6,17 г. Застосування регуляторів росту сприяло істотному збільшенню маси насіння відносно контролю в сорту Ромашка – на 0,34–0,61 г (4,6–8,3 %), у сорту Золушка – Вимпел та Ікс-Сайт – 0,44 і 0,51 г відповідно. Урожайні дані показали, що всі регулятори росту забезпечили істотний приріст урожаю в сорту Ромашка – 0,23–0,33 т/га (9,2–13,3 %), у сорту Золушка – Вимпел та Ікс-Сайт – 0,16 і 0,27 т/га відповідно. У варіантах з обробкою насіння регулятором росту Ікс-Сайт урожайність сої була більшою і становила в сорту Золушка – 2,46 т/га, в сорту Ромашка – 2,82 т/га.

Ключові слова: соя, кількість бобів, маса насіння, польова схожість, урожайність

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

Т. П. Шепилова,

Центральноукраїнський національний технічний університет, пр. Университетский, 8, г. Кропивницький, 25006, Украина

Современным направлением повышения урожайности сои является применение энергосберегающих технологий выращивания с использованием регуляторов роста. Целью исследований было определить эффективность регуляторов роста для обработки семян сои в условиях северной Степи Украины. Результаты исследований показали, что регуляторы роста Вимпел, Вермистим и Икс-Сайт дали существенный прирост урожая у сорта Ромашка – на 0,23–0,33 т/га (9,2–13,3 %), у сорта Золушка – Вимпел и Икс-Сайт – 0,16 і 0,27 т/га соответственно. В вариантах с обработкой семян регулятором роста Икс-Сайт урожайность сои была большей и составляла у сорта Золушка – 2,46 т/га, у сорта Ромашка – 2,82 т/га.

Ключевые слова: соя, количество бобов, масса семян, полевая всхожесть, урожайность

Вступ

Соя є провідною найпоширенішою й вигідною білково-олійною культурою світового землеробства. В Україні соя займає значні площі, тоді як урожайність залишається поки нестабільною [1–5]. Відомо, що застосування регуляторів росту сприяє підвищенню урожайності та якості продукції сої [3, 6, 7]. Регулятори росту підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів природного або антропогенного походження: критичних перепадів температур, дефіциту вологи, токсичної дії пестицидів, ураженню хворобами і пошкодженню шкідниками [8–10]. За останні 10–15 років на основі найновітніших наукових досягнень з хімії та біології було створено принципово нові високоефективні й водночас безпечні регулятори росту рослин, здатні істотно підвищувати врожаї [2, 11, 12]. Ефективність дії регуляторів росту залежить від багатьох чинників, серед них – умови вирощування, сорт, строки внесення препарату. З літературних джерел відомо, що застосування регуляторів росту сприяє збільшенню врожайності сої на 13–18 %, при цьому збільшується вміст білка [6, 8, 13].

Вивчення впливу регуляторів росту на продуктивність сої сорту Устя показало, що найбільшу прибавку забезпечує Агростимулін – 0,34 т/га, застосування Емістиму С забезпечило приріст – 0,13 т/га [14]. У дослідженнях О. І. Полякова встановлено, що приріст урожайності сої від застосування Біосилу та Біолану склав: у сорту Спринт – 0,11 т/га, у сорту Маша – 0,06 т/га, у сорту Седмиця – 0,08 т/га, у сорту Лара – 0,18 т/га [15].

В умовах східного Лісостепу України вивчення ефективності дії регулятора росту Вермістим показало, що урожайність сої сорту Романтика збільшувалася порівняно з контролем на 0,30 т/га, сорту Аннуш-

ка – на 0,28 т/га, при сумісному застосуванні його з Ризобіфітом – на 0,48 і 0,50 т/га відповідно [16].

Дослідження, проведені в умовах зрошення в Інституті зрошуваного землеробства НААН, показали, що стимулятор росту Мегафол сприяв збільшенню врожайності сої сортів Аратта і Софія – на 0,31 і 0,40 т/га, тоді як Гуміфільд забезпечив менший приріст – 0,18 і 0,12 т/га відповідно [17].

Відмічено також позитивну дію регуляторів росту на функціонування симбіотичного апарату, збільшення кількості бобів, насінин та висоти прикріплення нижнього бобу [18, 19]. Виведення нових сортів сої зумовлює необхідність дослідити ефективність використання регуляторів росту рослин у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Отже, метою досліджень було виявити ефективність застосування регуляторів росту для обробки насіння сортів сої різних груп стиглості в умовах північного Степу України. Завдання досліджень: вивчити вплив регуляторів росту на польову схожість насіння та елементи структури врожаю сої в умовах північного Степу України.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилися протягом 2017–2019 рр. на дослідному полі Центральноукраїнського національного технічного університету. Ґрунт – чорнозем звичайний, середньогумусний, глибокий, важкосуглинковий. Вміст гумусу становить 4,4 %, рівень забезпечення основними елементами живлення – середній: азоту, що легко гідролізується – 10,9 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 5,1 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 13,3 мг/100 г ґрунту.

Дослід закладали методом блоків. Повторність у досліді триразова. Посівна площа ділянки 45 м², облікова площа – 36 м². При проведенні досліджень застосовували агротехніку загальноприйняту для зони вирощування.

Фактор А – сорт (Золушка і Ромашка). Вивчали ранньостиглий сорт сої Золушка та середньостиглий Ромашка. Оригіна́тор сорту Інститут сільського господарства Степу НААН.

Фактор В – регулятор росту (Вимпел, Вермистим, Ікс-Сайт). У контрольному варіанті насіння обприскували водою. Вимпел – це комплексний природно-синтетичний препарат контактно-системної дії. Виробник – компанія «Долина», Україна. Діюча речовина: поліетиленгліколь-400 – 230 г/л, поліетиленгліколь-1500 – 540 г/л, гумат натрію – 30 г/л. Норма витрати для обробки насіння 0,5 кг/т. Вермистим – високогумусна речовина, яка має комплекс біологічно поживних речовин. До його складу входять усі компоненти вермикомпосту в розчиненому й активному стані: гумати, фульвокислоти, амінокислоти, вітаміни, природні фітогормони. Виробник – НВТ «Відродження», Україна. Норма витрати для обробки насіння 6 л/т. Ікс-Сайт – регулятор росту. Виробник: Stoller International, США. Діюча речовина: кінетин – 40 мг/л. Норма витрати для обробки насіння 1,2 л/т. У контрольному варіанті насіння обприскували водою. При проведенні досліджень застосовували агротехніку, загальноприйняту для зони вирощування.

Результати досліджень та їх обговорення

Відомо, що обробка насіння стимуляторами росту сприяє збільшенню польової схожості насіння та позитивно впливає на формування репродуктивних органів сої – кількість бобів та масу насіння [8, 15, 18]. У процесі досліджень виявлено позитивний вплив регуляторів росту на схожість насіння, яка збільшувалася порівняно з контролем у сорту Золушка – на 2,1–2,7 %, у сорту Ромашка – на 2,2–3,3 %.

Визначення кількості бобів з однієї рослини показало, що в сорту Золушка застосування Вимпела та Ікс-Сайта сприяло істотному їх збільшенню до контролю на 2,4 і 3,5 шт. (табл. 1). Дія препаратів була ефективнішою в сорту Ромашка, кількість бобів збільшувалася на 2,6–4,3 шт., або 9,0–14,9 %.

Варто зазначити, що на рослинах середньостиглого сорту Ромашка формувалася загалом більша кількість бобів – 28,9–33,2 шт., у ранньостиглого сорту Золушка – 22,3–25,8 шт.

Індивідуальна продуктивність рослин також здебільшого залежала від сорту й регуляторів росту. Застосування останніх сприяло істотному збільшенню маси насіння порівняно з контролем у сорту Ромашка – на 0,34–0,61 г. У сорту Золушка істотну прибавку маси насіння забезпечили Вимпел та Ікс-Сайт – 0,44 і 0,51 г відповідно. В обох сортів формуванню більшої маси насіння сприяла обробка насіння препаратом Ікс-Сайт – 6,35 і 7,95 г.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Вплив регуляторів росту на продуктивність сортів сої (середнє за 2017–2019 рр.)

Сорт (Фактор А)	Регулятор росту (Фактор В)	Кількість бобів, шт./рослину	Маса насіння, г/рослину	Урожайність, т/га
Золушка	Контроль (без обробки)	22,3	5,84	2,19
	Вимпел	24,7	6,28	2,35
	Вермистим	24,1	6,21	2,30
	Ікс-Сайт	25,8	6,35	2,46
Ромашка	Контроль (без обробки)	28,9	7,34	2,49
	Вимпел	31,5	7,68	2,72
	Вермистим	32,8	7,82	2,78
	Ікс-Сайт	33,2	7,95	2,82
НІР ₀₅ по фактору А		1,3	0,27	0,11
НІР ₀₅ по фактору В		1,8	0,39	0,15
НІР ₀₅ по фактору АВ		2,5	0,55	0,21

Урожайність ранньостиглого сорту Золушка в досліді становила 2,19–2,46 т/га, середньостиглого сорту Ромашка – 2,49–2,82 т/га. Обробка насіння регуляторами росту була більш ефективною в сорту Ромашка, де вони забезпечили істотний приріст врожаю, зокрема Вимпел – 0,23 т/га, Вермистим – 0,29 т/га, Ікс-Сайт – 0,33 т/га.

У сорту Золушка регулятори росту були менш ефективними, істотну прибавку забезпечили Вимпел – 0,16 т/га та Ікс-Сайт – 0,27 т/га. Потрібно зазначити, що з досліджуваних регуляторів росту більшу урожайність забезпечив Ікс-Сайт у обох сортів.

Висновки

Встановлено позитивний вплив регуляторів росту на польову схожість насіння, яка збільшувалася в сорту Золушка по відношенню до контролю – на 2,1–2,7 %, у сорту Ромашка – на 2,2–3,3 %. Більша кількість бобів у обох сортів сформувалась у варіантах з обробкою насіння препаратом Ікс-Сайт – 25,8 і 33,2 шт., що більше за контроль на 15,7 % (сорт Золушка) і 14,9 % (сорт Ромашка). Індивідуальна продуктивність середньостиглого сорту Ромашка була більшою – в середньому 7,70 г, ранньостиглого Золушка – 6,17 г. На посівах сорту Ромашка всі регулятори росту забезпечили істотну прибавку врожаю – 0,23–0,33 т/га, тоді як у сорту Золушка лише Вимпел та Ікс-Сайт – 0,16 та 0,27 т/га відповідно. У варіантах з обробкою насіння регулятором росту Ікс-Сайт урожайність сої була більшою і становила в сорту Золушка – 2,46 т/га, у сорту Ромашка – 2,82 т/га.

Перспективи подальших досліджень. В перспективі планується провести вивчення впливу регуляторів росту на продуктивність різних сортів сої.

References

1. Ilchuk, M. M., Konoval, I. A., & Kolos, Z. V. (2014). Virobnictvo soyi v Ukrayini ta jogo resursne zabezpechennya na perspektivu. *Bioresursi i Prirodokoristuvannya*, 1/2, 131–137 [In Ukrainian].
2. Fadeev, L. (2015). Soya zavoevyvaet mir. *Zerno*, 9, 27–35 [In Ukrainian].
3. Krivosudska, E., & Filova, A. (2013). Evaluation of Selected Soybean Genotypes (GLYCINE MAX L.) by Physiological Responses during Water Deficit. *Journal of Central European Agriculture*, 14, 213–228. doi: 10.5513/JCEA01/14.2.1250.
4. Kalenska, S. M., Novicka, N. V., & Andriyec, D. V. (2011). Produktivnist yak integralnij pokaznik zastosuvannya tehnologichnih prijomiv viroshuvannya soyi na chornozemah tipovih. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 69, 74–78 [In Ukrainian].
5. Jarecki, W., Buczek, J., & Bobrecka-Jamro, D. (2016). Response of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) to bacterial soil inoculants and foliar fertilization. *Plant, Soil and Environment*, 62 (9), 422–427. doi: 10.17221/292/2016-pse.
6. Abbasi, M. K., Majeed, A., Sadiq, A., & Khan, S. R. (2008). Application of *Bradyrhizobium japonicum* and Phosphorus Fertilization Improved Growth, Yield and Nodulation of Soybean in the Sub-humid Hilly Region of Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *Plant Production Science*, 11 (3), 368–376. doi: 10.1626/ppls.11.368.

7. Cherenkov, A. V., & Shevchenko, M. S. (2017). Strategiya virobnictva zernobobovih kultur i soyi v Stepu Ukrayini. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 1, 13–18 [In Ukrainian].
8. Shepilova, T. P. (2019). Influence of biological preparations on soybean productivity in the northern Steppe of Ukraine. *Collected Works of Uman National University of Horticulture*, 94 (1), 255–264. doi: 10.31395/2415-8240-2019-94-1-255-264.
9. Freeborn, J. R., Holshouser, D. L., Alley, M. M., Powell, N. L., & Orcutt, D. M. (2001). Soybean Yield Response to Reproductive Stage Soil-Applied Nitrogen and Foliar-Applied Boron. *Agronomy Journal*, 93 (6), 1200. doi: 10.2134/agronj2001.1200.
10. Olifirovich, V. O. (2016). Vpliv biopreparativ na urozhajnist roslin soyi v umovah pivdennoyi chastini Lisostepu zahidnogo. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 82, 138–140 [In Ukrainian].
11. Jarecki, W., & Bobrecka-Jamro, D. (2015). Effect of fertilization with nitrogen and seed inoculation with nitragina on seed quality of soya bean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*, 14, 51–59.
12. Tymchuk, V., Tsehmejstruk, M., & Matviets', V. (2016). Soya in the system of standardized source of raw materials and transfer of integrated techniques. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 94 (2), 42–47. doi: 10.31073/agrovisnyk201602-09.
13. Strihar, A. Ye. (2007). Produktivnist soyi zalezno vid elementiv tehnologiyi viroshuvannya. *Naukovij Visnik Nacionalnogo Agrarnogo Universitetu*, 116, 118–123 [In Ukrainian].
14. Kornijchuk, M. S., Polishuk, S. V., Zhmurko, L. G., & Zhitkevich, N. V. (2008). Vpliv regulyatoriv rostu na rozvitok bakterialnih hvorob soyi. *Silskogospodarska Mikrobiologiya*, 7, 138–146 [In Ukrainian].
15. Polyakov, O. I., & Nikitenko, O. V. (2011). Formuvannya elementiv produktivnosti ta vrozhajnosti sortiv soyi pid vplyvom zastosuvannya biostimulyatoriv rostu. *Naukovo-Tekhnichnij Byuletyn Institutu Olijnih Kultur NAAN*, 16, 112–116 [In Ukrainian].
16. Bobro, M. A., Ogurcov Ye. M., & Klimenko, I. V. (2016). Urozhajnist soyi zalezno vid regulyatoriv rostu i kraplinnogo zroshennya v shidnomu Lisostepu Ukrayini. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 82, 114–119 [In Ukrainian].
17. Zayec, S. O., & Netis, V. I. (2016). Efektivnist zastosuvannya biostimulyatoriv ta yih kompleksiv z mikroelementami, na posivah soyi v umovah zroshennya. *Zroshuvane Zemlerobstvo. Zbirnik Naukovih Prac*, 66, 60–62 [In Ukrainian].
18. Moldovan, V. G., Moldovan, Zh. A., & Sobchuk, S. I. (2018). Vpliv sposobiv mineralnogo zhivlennya formuvannya produktivnosti soyi v umovah Lisostepu zahidnogo. *Naukovi Gorizonti*, 1 (64), 56–63 [In Ukrainian].
19. Murach, O. M., & Volkogon, V. V. (2013). Osoblivosti formuvannya simbiotichnogo aparatu soyi ta produktivnist kulturi za vplyvu Rizoguminu, mikroelementiv i stimulyatora rostu roslin. *Silskogospodarska Mikrobiologiya*, 18, 87–99 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 22.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шепілова Т. П. Вплив регуляторів росту на продуктивність сої в умовах Північного Степу України. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 80–84.

© Шепілова Тамара Петрівна, 2019



review article | UDC 633:631.81:631.147 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.11

SOIL FERTILITY FORMATION UNDER ORGANIC FARMING

V. M. Pysarenko,

ORCID ID: [0000-0002-0184-3929](https://orcid.org/0000-0002-0184-3929), E-mail: kafedra.zahysturoslyn@ukr.net,

P. V. Pysarenko,

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

V. V. Pysarenko,

ORCID ID: [0000-0002-9484-3476](https://orcid.org/0000-0002-9484-3476), E-mail: volodymyr.pysarenko@pdaa.edu.ua,

O. O. Gorb,

ORCID ID: [0000-0002-3141-8114](https://orcid.org/0000-0002-3141-8114), E-mail: gorb@pdaa.edu.ua,

T. O. Chaika,

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

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

Modern understanding of forming plant nutritive regime under the conditions of organic farming is presented. This understanding is based on the creation of agro-ecosystems, which are maximally close to natural formations owing to regulating two global processes – photosynthesis and nitrogen fixation in all their manifestations. It is substantiated that nitrogen is not only a basic biogenic element of the living matter, performing the most important role in the life of plants and animals, but also it is the leading element of arable farming. The influence of nodule-forming bacteria on soil enrichment with nitrogen for cultivating various plants and forming grain productivity was analyzed, which is necessary to take into account while determining the rates of nitrogen fertilizers (under intensive farming). It was determined that organic fertilizers are another important factor of optimizing crops' nutritive regime in organic farming. The application of such fertilizers assists in activating the activity of soil micro-flora, and after their mineralization the saturation of the soil with nutrients used by plants takes place. It was established that green manure crops are also one of factors in forming crop nutritive regime as inexhaustible and constantly renewable source of organic matter. It was also mentioned that using green manure crops favors including unused reserves of phosphorus, potassium, calcium, magnesium and other plant nutrients in small circulation from deeper genetic horizons of the soil. It was noted that systemic cultivation of perennial and annual legume grasses, green manure crops and application of manure as elements of organic farming technologies, considering their after-effect, practically ensures the recommended mineral nutrient regime of the main crops. It is stated that plants' nutritive regime is also considerably influenced by earthworm coprolites, which improve soil nutritive regime, its structure, and physical properties. It is proved that organic fertilizers are one of the reserves for replenishing the content of carbon dioxide in the atmosphere ground layer, which is very important for photosynthesis and, finally, for the formation of crop productivity. The collected information can be used in researches, introduced in production, educational process at training specialists in the field of knowledge 20 "Agrarian sciences and food".

Key words: organic farming, plant nutritive regime, organic fertilizers, green manure crops, nitrogen fixation.

ФОРМУВАННЯ РОДІЮЧОСТІ ҐРУНТУ В УМОВАХ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

В. М. Писаренко, П. В. Писаренко, В. В. Писаренко, О. О. Горб, Т. О. Чайка,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Викладено сучасне розуміння щодо формування поживного режиму рослин за умов ведення органічного землеробства, яке ґрунтується на створенні агроєкосистем, максимально наближених до природних формацій завдяки регулюванню двох глобальних процесів – фотосинтезу й азотфіксації в усіх їхніх проявах. Обґрунтовано, що азот є не лише основним біогенним елементом живої матерії, виконуючи найважливішу роль у житті рослин і тварин, але є провідним елементом землеробства. Проаналізовано вплив бульбочкових бактерій на збагачення ґрунту азотом різних рослин і формування врожайності зерна, що необхідно враховувати при визначенні норм азотних добрив. Виявлено, що іншим важливим чинником оптимізації поживного режиму сільськогосподарських культур за умови органічного землеробства є органічні добрива, внесення яких сприяє активізації діяльності ґрунтової мікрофлори, а після їхньої мінералізації відбувається насичення ґрунту поживними речовинами, які використовують рослини. Встановлено, що також сидерати є одним з чинників у формуванні поживного режиму сільськогосподарських культур як невичерпне, постійно поновлювальне джерело органічної речовини. Зазначено, що системне вищипування багаторічних та однорічних бобових трав, сидеральних культур і внесення гною як елементів технологій органічного землеробства, враховуючи їхню післядію, практично забезпечує рекомендований режим мінерального живлення основних сільськогосподарських культур. Визначено, що на поживний режим рослин також значно впливають копроліти дощових черв'яків, які покращують поживний режим ґрунту, його структуру та фізичні властивості. Обґрунтовано, що органічні добрива є одним із резервів поповнення вмісту вуглекислого газу в приземному шарі атмосфери, що має суттєве значення для фотосинтезу і, в кінцевому підсумку, для формування врожайності сільськогосподарських культур. Результати цих спостережень можуть слугувати предметом подальших наукових досліджень задля впровадження у виробництво, а також їх можна використати у навчальному процесі при підготовці спеціалістів у галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство».

Ключові слова: органічне землеробство, поживний режим рослин, органічні добрива, сидерати, азотфіксація.

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ В ОРГАНИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

В. Н. Писаренко, П. В. Писаренко, В. В. Писаренко, О. А. Горб, Т. А. Чайка,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Изложены современное понимание о формировании питательного режима растений в условиях ведения органического земледелия, которое базируется на создании агроэкоэcosystem, максимально приближенных к естественным формациям. Обосновано, что азот является ведущим элементом земледелия. Определено, что другим важным фактором оптимизации питательного режима сельскохозяйственных культур в органическом земледелии являются органические удобрения, внесение которых способствует активизации деятельности почвенной микрофлоры. Выведено, что также сидераты являются одним из факторов в формировании питательного режима сельскохозяйственных культур как неисчерпаемый, постоянно возобновляемый источник органического вещества. Изложено, что на питательный режим растений также значительно влияют копролиты дождевых червей, которые улучшают питательный режим почвы, его структуру и физические свойства. Результаты этих наблюдений могут послужить предметом дальнейших научных исследований для внедрения в производство, а также их можно использовать в учебном процессе при подготовке специалистов в области знаний 20 «Аграрные науки и продовольствие».

Ключевые слова: органическое земледелие, питательный режим растений, органические удобрения, сидераты, азотфиксация.

Система органічного землеробства ґрунтується на створенні агроєкосистем, максимально наближених до природних формацій. Вона враховує базовий принцип розвитку планети, оскільки виник-

нення життя на Землі забезпечувалося двома глобальними процесами, які й нині, і в майбутньому будуть підтримувати розвиток біосфери. До них належить фотосинтез і азотфіксація в усіх їхніх проявах. Саме регулювання цих процесів найактивніше відбувається в органічному землеробстві, оскільки його технологічні прийоми забезпечують ефективне використання позитивних факторів навколишнього середовища, насамперед, шляхом збільшення їхньої питомої ваги у процесі продукування основних біотичних компонентів. Насамперед цьому сприяє використання багаторічних бобових трав, гною та сидеральних культур, що забезпечує підвищення впливу сонячної енергії, біологічної фіксації азоту з атмосфери й ґрунту та покращення умов життєдіяльності ґрунтової біоти.

У природі існує тісний взаємозв'язок між фотосинтезом і симбіотичною фіксацією азоту. Завдяки азотфіксації рослини забезпечуються безперервним азотним живленням в оптимальних дозах, а у процесі фотосинтезу утворюються вуглеводи, які далі використовуються для синтезу всіх органічних речовин [27].

Потужний резервуар азоту – земна атмосфера, де його запаси становлять близько 4 трлн т (об'ємна частка газоподібного азоту в атмосфері – 78,09 %, масова – 75,6 %). Над кожним гектаром земної поверхні в атмосфері міститься в середньому близько 80 тис. тонн (над 1 м² близько 8 т) молекулярного азоту, єдиного джерела поновлення запасів зв'язаного азоту у ґрунті [15–17].

Отже, азот не лише основний біогенний елемент, головний компонент живої матерії, що відіграє найважливішу роль у житті рослин і тварин, але й провідний елемент землеробства. Однак вищі рослини не здатні використовувати молекулярний азот як джерело азотного живлення. З повітря фіксувати азот можуть лише бактерії, що мають високий коефіцієнт розмноження та адаптації до середовища, а ферментативні системи здатні відновлювати азот до різноманітних хімічних сполук.

Найбільше практичне значення у збагаченні ґрунтів азотом завдяки засвоєнню його з повітря мають бульбочкові бактерії, які фіксують молекулярний азот у симбіозі з бобовими рослинами, що є одним з основних елементів системи органічного землеробства. Завдяки бульбочковим бактеріям люцерна здатна засвоювати 120–350 кг/га азоту з повітря, еспарцет – 100–200 кг/га, соя – понад 70 кг/га і сформувати врожайність зерна 30–35 ц/га без застосування азотних добрив [15, 24]. Останнім часом виявлено й нові форми мікроорганізмів, здатних засвоювати молекулярний азот в асоціаціях із кореневою системою небобових рослин [21].

Просо стимулює фіксацію азоту за вегетаційний період близько 40 кг/га [17], пшениця озима – до 35–40 кг/га [21], а за даними В. Патики [17] – до 60 кг/га в рік. Частка атмосферного азоту в рослинах кукурудзи та сорго становить близько 13 кг/га, ячменю – до 20 кг/га [21]. Продуктивність асоціативної азотфіксації в зоні помірних широт, вважає В. Патику [15], становить у середньому 20–30 кг/га азоту.

Отже, визначаючи норми азотних добрив (навіть за умов інтенсивного землеробства) потрібно брати до уваги, що частину своїх потреб в азоті рослини задовольняють завдяки його фіксації з повітря. Визначаючи норми азотних добрив для сої, варто враховувати, що в середньому 60 % своїх потреб в азоті рослини сої задовольняють завдяки його фіксації з повітря бульбочками в разі обробки насіння препаратами азотфіксуючих бактерій, які утворюються на коренях рослин [8, 10, 20]. Бактерії однорічних зернових культур здатні фіксувати 50–90 кг/га азоту, еквівалентних +25–35 кг/га діючої речовини азотних добрив [21]. На багаторічних бобових (еспарцет, люцерна, буркун, конюшина) асоціативного біологічного азоту накопичується 90–380 кг/га, що еквівалентно 120–250 кг/га діючої речовини азотних добрив.

В умовах органічного землеробства асоціативний біологічний азот паралельно з використанням органічних добрив, включаючи й сидерати, формує оптимальний поживний режим рослин і позитивний баланс гумусу у ґрунті. Фіксований азот надходить у рослини не повністю, значна його частина надходить у ґрунт (у зернобобових – 10–12 кг/га, у багаторічних бобових трав – 60–120 кг/га), компенсуючи тим самим винесення рослинами ґрунтового азоту [21].

Іншим важливим чинником формування родючості ґрунту за умови органічного землеробства є органічні добрива, внесення яких сприяє активізації діяльності ґрунтової мікрофлори, а після їхньої мінералізації відбувається насичення ґрунту поживними речовинами, які використовують рослини.

За умови вмісту поживних речовин у гноєві великої рогатої худоби: азоту (N) – 0,40 %, фосфору (P₂O₅) – 0,16 %, калію (K₂O) – 0,50 %, якщо внести 100 т/га у ґрунт після мінералізації органічних речовин надходить азоту 400 кг/га, фосфору – 160 кг/га, калію – 500 кг/га. На другий рік після внесення гною та його часткової мінералізації вміст NPK у ґрунті збільшується на 90; 35; 57 мг/кг відпо-

відно. Мінералізація гною триває упродовж 3–4-х років за умови інтенсивності засвоєння рослинами в перший рік: азоту 22 %, фосфору – 30–40 %, калію – 60–66 % від загального вмісту. Використання NPK із гною наступною культурою становить відповідно, 15–20 %, 10–15 %, 5–10 %, а третьою культурою – 10–15 %, 5–10 %, 0–10 %. Використання поживних речовин гною за ротацію сівозміни (з урахуванням післядії) становить: азоту – 50–60 %, фосфору – 50–60 %, калію – 80–90 %, що наближається до показників використання відповідних поживних речовин із мінеральних добрив [7].

Отже, повернення у ґрунт малоцінної для харчових потреб і тваринництва продукції, проте вкрай необхідної для активної діяльності ґрунтової біоти, підвищує її деструкційну й синтетичну дії. Це сприяє формуванню позитивного балансу гумусу, надходженню у ґрунт біологічного азоту, фосфору, калію та інших макро- й мікроелементів.

Ще одним чинником у формуванні родючості ґрунту є сидерати. «Зелене добриво» є невичерпним, постійно поновлювальним джерелом органічної речовини. Встановлено, що за вегетаційний період на формування біомаси сидеральна культура бере з ґрунту лише 10 % «матеріалу», а 90 % одержує з повітря за рахунок енергії сонячних променів та біологічної азотфіксації. За даними наукових досліджень, сидерати за своєю ефективністю прирівнюються до напівперепрілого гною з коефіцієнтом 1,5. Середня врожайність зеленої маси сидерату (200–300 ц/га) еквівалентна внесенню 20–30 т/га гною. Позитивний вплив сидерації на родючість ґрунту й урожайність сільськогосподарських культур зберігається протягом трьох років. Найефективніші для сидерації багаторічні й однорічні бобові культури. При урожайності зеленої маси вики озимої 250 ц/га, після мінералізації органічної речовини у ґрунті накопичується 160 кг/га азоту, 75 кг/га фосфору і 200 кг/га калію, що еквівалентно внесенню 906,3 кг/га мінерального добрива – нітроаммофоски. Загалом же після вирощування вики ярої на перший рік поживних речовин у ґрунті було: $N_{143} P_{128} K_{134}$, на другий рік – $N_{162} P_{114} K_{108}$, на третій – $N_{178} P_{87} K_{130}$. Широке впровадження сидератів сприяє також включенню в малий кругообіг із більш глибоких генетичних горизонтів ґрунту невикористаних резервів фосфору, калію, кальцію, магнію та інших елементів живлення рослин.

Отже, післядія гною і сидеральних культур відчувається протягом трьох років. Із такою ж послідовністю за умови органічного землеробства на поля вноситься гній або висівається сидерат, що забезпечує формування родючості ґрунту. До цього ж додається накопичення азоту за рахунок біологічної фіксації, особливо багаторічними бобовими травами, які є обов'язковим елементом технологій органічного землеробства, у результаті чого забезпечується його основне завдання – «нагодувати землю».

За роки застосування органічного землеробства на полях ПП «Агроекологія» під впливом чинників системи згідно з даними Полтавської філії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», вміст гумусу – головного показника родючості ґрунту та ефективності технологій – збільшився на 0,53–1,57 %. Особливо відчутний процес ґрунтоутворення на еродованих землях, урожайність котрих за цей період практично досягла показників на рівнинних полях. Ґрунти господарства характеризуються достатнім вмістом основних макроелементів. За останні роки в середньому на полях вміст основних макроелементів становив: азоту (N) – 109–155 кг/га, фосфору (P) – 78–102 кг/га, калію (K) – 98–105 кг/га, тоді як рекомендованими нормами внесення мінеральних добрив для основних сільськогосподарських культур у зоні Лісостепу є такі: для пшениці озимої – $N_{90-120} P_{60} K_{90}$; пшениці ярої та сої – $N_{60} P_{60} K_{60}$; кукурудзи – $N_{90-120} P_{60-90} K_{90-120}$; соняшнику – $N_{60} P_{60-90} K_{60}$ [2].

З огляду на вищевикладене можна стверджувати, що системне вирощування багаторічних та однорічних бобових трав, сидеральних культур і внесення гною, враховуючи їхню післядію, практично забезпечує рекомендований режим мінерального живлення основних сільськогосподарських культур.

На родючість ґрунту також значно впливає ще один цікавий чинник: це копроліти дощових черв'яків. Дощові черв'яки створюють легко засвоювані поживні сполуки з органіки завдяки своїм виділенням – копролітам (до 100 і більше т/га). Своєю діяльністю вони покращують родючість ґрунту, його структуру та фізичні властивості. Як було відмічено раніше, за умови органічного землеробства чисельність дощових черв'яків за роки досліджень досягала в середньому 36 особин на 1 м², що у 8 разів більше, ніж на полях з інтенсивними технологіями.

Варто зазначити, що у традиційних технологіях перевага надавалася власне кореневому живленню рослин як основі підвищення потенційної й ефективної родючості ґрунту. Значно менша увага приділялася повітряному живленню, тобто асиміляції зеленим листком CO₂ та окремих сполук мінерального й органічного походження в мікродозах [14]. Зважаючи на це, заслуговує на увагу важливий чинник формування високопродуктивних агрофітоценозів, яким є вуглецеве живлення рослин. Маємо на

увазі як атмосферний, так і ґрунтовий вуглець, на вміст якого в орному шарі впливає кількість органічної речовини ґрунту і внесення органічних добрив.

Під впливом мікроорганізмів органічні речовини розкладаються на вуглекислоту, азотну кислоту, вільний азот і воду. Зольні елементи переходять у розчинні мінеральні солі. Використовуючи енергію сонця і вуглекислий газ (CO_2) з атмосфери, рослини перетворюють CO_2 в органічний вуглець, що сприяє утворенню органічних речовин, необхідних для існування людини. Чорний колір, який асоціюється з родючістю ґрунту, – це показник вмісту органічного вуглецю у гумінових кислотах, концентрація якого у ґрунті сягає понад 20 %. Гармонійність органічних добрив тісно пов'язана з життям ґрунту й має забезпечувати рослини вуглецем і азотом у рівноважному стані. Для більшості ґрунтів співвідношення вуглецю до азоту становить 12 : 1, що вказує на доступність для рослин азоту [15].

Отже, органічні добрива забезпечують рослини не тільки основними макро- і мікроелементами, а й вуглекислотою, що утворюється в результаті розкладання органіки. За даними С. Д. Лисогорова і В. О. Ушкаренка [13], інтенсивність виділення CO_2 із чорнозему звичайного на неудобреному варіанті становила 0,31–0,58 кг/га/ год., тоді, як на ділянці, де внесли гній у дозі 50 т/га, – 0,43–0,96 кг/га/год. Загалом у процесі розкладання 30–40 т гною щодня виділяється 35–65 кг CO_2 , що покращує вуглецеве живлення рослин. У довіднику «Органічні добрива» зазначається, що для формування урожайності пшениці озимої 50 ц/га в період її інтенсивного росту, добова потреба у вуглекислому газі (CO_2) становить понад 200 кг на гектар. Близько 70 % цієї кількості забезпечується за рахунок вуглекислого газу, який надходить у приземний шар повітря у процесі мінералізації перегною.

Інтенсивний розвиток пшениці озимої триває близько 90 днів, тобто за цей час на кожному гектарі посіву рослинами буде засвоєно близько 18000 кг CO_2 , з яких 70 %, або 12000 кг, повинні надійти з ґрунту. Для задоволення такої потреби необхідно внести у ґрунт органіки зі значно більшою кількістю вуглецю у вигляді гною і рослинної маси (сидерати, пожнивні рештки та ін.), з яких за допомогою мікроорганізмів сформується перегній і вуглекислота [23].

Певна частина вуглецю, що міститься в органічних добривах, формує ґрунтову органічну речовину – гумус. На багатому гумусом ґрунті з внесеної органічної речовини постійно виділяється вуглекислота, яка асимілюється листками й забезпечує ріст і розвиток рослин, формування їхньої продуктивності.

Отже, органічні добрива є одним із резервів поповнення вмісту вуглекислого газу у приземному шарі атмосфери, що має суттєве значення для фотосинтезу і, в кінцевому підсумку, для формування врожайності сільськогосподарських культур.

До вищевикладеного варто додати, що рівномірне розкладання органічної речовини як джерела вуглекислоти, може досягатися за умови рівномірного розподілу його в горизонтальній площині так, аби вона не піддавалася надмірному тиску. Заробка органіки навіть на незначну глибину гальмує процес розкладання. Більш інтенсивний розпад органічних добрив у верхньому шарі ґрунту обумовлюється кращою аерацією, більш високою температурою, а, відтак й більш активною мікробіологічною діяльністю. Спостерігаємо чітку закономірність: чим глибше зароблено гній, тим повільніше проходить його мінералізація. Якщо за умови поверхневої заробки втрати вуглецю за два роки спостережень досягали 83 % від початкового вмісту, то в шарі 10–20 см і 20–30 см, відповідно, 81,4 % і 74,2 % [23].

Крім того, виділений у ґрунті вуглекислий газ, з'єднуючись із водою, перетворюється у вугільну кислоту, що виступає відмінним розчинником макро- і мікроелементів ґрунту, будучи додатковим резервом оптимізації поживного режиму сільськогосподарських культур.

Водночас варто зазначити, що неконтрольоване накопичення вуглекислого газу в атмосфері шкідливе для природи і здоров'я людини.

Вуглекислий газ (CO_2) – один із компонентів так званих парникових газів (CO_2 – вуглекислий газ, CH_4 – метан, N_2O – окис азоту), які містяться в атмосфері, сприяють утриманню тепла, що, зазвичай, виділяється з поверхні ґрунту. Наслідком цього є глобальні зміни клімату [18, 28]. З початку промислової революції рівень вмісту CO_2 збільшувався з інтенсивністю близько 1,5 % у рік. Зростання рівня вмісту CO_2 в атмосфері приводить до глобального потепління [30].

Зменшити викиди CO_2 на 20 % і більше можна шляхом впровадження технологій органічного землеробства [1, 3, 7, 27], які включають: мінімальний та протиерозійний обробітки ґрунту, внесення органічних добрив, впровадження науково-обґрунтованих сівозмін, використання сидеральних, проміжних культур і збереження поживних решток, максимальне покриття поверхні ґрунту рослинами. Такі заходи сприяють зменшенню вмісту діоксиду вуглецю в атмосфері та збільшенню вуглецю в ґрунті.

Висновки

Оскільки сучасне суспільство характеризується трансформацією вимог до системи виробництва, особливо аграрного, і зміщенням вектору забезпечення соціально-екологічних складових останнього, постає актуальність збереження та відновлення родючості ґрунтів, що можливо досягти за умов ведення органічного землеробства. Використання цієї системи ґрунтується на створенні агроєкосистем, максимально наближених до природних формацій завдяки регулюванню фотосинтезу й азотфіксації в усіх їхніх проявах. На вміст азоту у ґрунті впливають бульбочкові бактерії, і він забезпечує формування врожайності зернових культур. Важливими чинниками оптимізації поживного режиму сільськогосподарських культур за умови органічного землеробства є органічні добрива, внесення яких сприяє активізації діяльності ґрунтової мікрофлори, та вирощування сидеральних культур як невичерпного, постійно поновлювального джерела органічної речовини.

Перспективи подальших досліджень. Стимулювання формування та підвищення природної родючості ґрунтів має не лише екологічний аспект, а й економічний. Він використовується для додаткового стимулювання сільськогосподарських виробників щодо впровадження органічного землеробства.

References

1. Antonec, S. S., Luk'yanenko, G. V., Pisarenko, V. N., & Pisarenko, P. V. (2015). Sovershenstvovanie sistem zashity pochvy ot erozii v usloviyah organicheskogo zemledeliya. *Zerno*, 2 (107), 158–162 [In Russian].
2. Antonets, S. S., Antonets, A. S., & Pysarenko, V. M. (2010). *Orhanichne zemlerobstvo: z dosvidu PP «Ahroekolohiia» Shyshatskoho raionu Poltavskoi oblasti: praktychni rekomendatsii*. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].
3. Chaika, T. O. (2013). *Rozvytok vyrobnytstva orhanichnoi produktsii v ahrarnomu sektori ekonomiky Ukrainy*: monohr. Donetsk: Vyd-vo «Noulidzh» [In Ukrainian].
4. Chaika, T. O., & Ponomarenko, S. V. (2015). Zeleni dobryva – syderaty v orhanichnomu zemlerobstvi. *Ahrarnyi Biuleten*, 54, 25–31 [In Ukrainian].
5. Chaika, T. O., & Ponomarenko, S. V. (2015). Efektyvna sivozmina v orhanichnomu zemlerobstvi: sutnist, pravyla ta pryntsyipy. *Ahrarnyi Biuleten*, 52, 17–21 [In Ukrainian].
6. Chaika, T. O., & Ponomarenko, S. V. Promizhni kultury yak vazhlyva skladova sivozminy v orhanichnomu zemlerobstvi. *Ahrarnyi Biuleten*, 53, 30–31 [In Ukrainian].
7. Bacula, A. A. (Ed.). (1998). *Organicheskie udobreniya*: (2-e izd., per. i dop.). Kiev: Urozhaj [In Russian].
8. Dehodiuk, E. H., Vitvitska, O. I., & Dehodiuk, T. S. (2014). Suchasni pidkhody do optymizatsii mineralnogo zhyvlennia roslin v orhanichnomu zemlerobstvi. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru "Instytut Zemlerobstva NAAN"*, 1–2, 33–39 [In Ukrainian].
9. Horb, O. O., Chaika, T. O., & Yasnolob, I. O. (2017). Vykorystannia syderalnykh kultur yak vidnovliuvanoho dzherela enerhii v orhanichnomu zemlerobstvi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (4), 38–41. doi: 10.31210/visnyk2017.04.06 [In Ukrainian].
10. Kaminskyi, V. F., Hadzalo, Ya. M., Saiko, V. F. & Korniiichuk, M. S. (2015). *Zemlerobstvo XXI stolittia – problemy ishliakhy vyrishennia*. Kyiv, VP «Edelveis» [In Ukrainian].
11. Lykhochvor, V. V. (2008). Dobryvna alternatyva. *Zerno*, 3, 62–72 [In Ukrainian].
12. Lysogorov, S. D., & Ushkarenko, V. A. (1985). *Praktikum po oroshaemomu zemledeliyu*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
13. Maslov, O. (2006). Pochvennye mikroby, organicheskoe veshestvo i recirkulyaciya pitatelnykh veshestv. *Zerno*, 12, 130–133 [In Russian].
14. Patyka, V. P., Kots, S. Ya., Volkohon, V. V., Sherstoboieva, O. V., Melnychuk, T. M., Kalinichenko, A. V., & Hrynyk, I. V. (Patyka, V. P. Ed.), (2003). *Biolohichniy azot: Monohrafiia*. Kyiv: Svit [In Ukrainian].
15. Patyka, V. P., Hnatiuk, T. T., & Buletska, N. M. (2015). Biolohichniy azot u systemi zemlerobstva. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Zemlerobstvo»*, 2 (89), 12–20 [In Ukrainian].
16. Patyka, V. P., Tykhonovych, I. A., Filipiev, I. D., Hamaiunova, V. V., & Andrusenko, I. I. (1993). *Mikroorhanizmy i alternatyvne zemlerobstvo*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].
17. Patyka, V. F. (1981). Azotifikatsiya v rizosfere zlakovykh kultur i ee vliyanie na urozhaj rastenij,

Mikroorganizmy v selskom hozyajstve. Respublikanskaya konferenciya. Kishinev [In Russian].

18. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Horb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Posukhy v konteksti zmin klimatu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 134–146. doi: 10.31210/visnyk2019.01.18 [In Ukrainian].

19. Pysarenko, P. V., & Chaika, T. O. (2015). Efektyvna sivozmina v orhanichnomu zemlerobstvi: sutnist, pravyla ta pryntsyipy. *Dim. Sad. Horod*, 6, 10–11 [In Ukrainian].

20. Rakhmetov, D. B., & Horobets, S. O. (2000). Alelopatychna rol alternatyvnykh syderalnykh kultur u funktsionuvanni ahrofitotsenoziv. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 10, 22–24 [In Ukrainian].

21. Remer, N. (1994). *Organicheskie udobreniya: Perevod s nemeckrgo.* Moskva: Akkorinformizdat [In Russian].

22. Sadykov, B. F., Zueva, L. D., & Chernov, A. Ya. (1982). Produktivnost simbioticheskoy azotifiksacii, *Tezisy dokladov Ekologicheskoe posledstviya primeneniya agrohimiKatov: udobreniya: vsessoyuznoe rabochee soveshanie «Chelovek i biosfera».* Pushino [In Russian].

23. Samojlenko, I. (2015). Normalizaciya biocenoza: [biologizaciya zemledeliya na primere «Agrofirmy «Kolos», Kievskaya obl.]. *Zerno*, 12, 70–72 [In Russian].

24. Steggenberg, S. (2006) Pochvennyj organicheskij uglerod i globalnyj krugovorot ugleroda, *Sbornik dokladov III Konferencii NT. CA samovostanavlivayushieshsya effektivnoe zemledelie. Uvelichenie pribyli cherez uluchshenie kachestva pochv.* Dnepropetrovsk: Korporaciya «Agro-Soyuz» [In Russian].

25. Timiryazev, K. A. (1956). *«Solnce, zhizn i hlorofil»: izbrannye raboty.* Moskva: Selhoz [In Russian].

26. Rajs, C. (2006). Osnovy Sekvestracii ugleroda v selskohozyajstvennyh pochvah, *Sbornik dokladov III Konferencii NT. CA samovostanavlivayushieshsya effektivnoe zemledelie. Uvelichenie pribyli cherez uluchshenie kachestva pochv.* Dnepropetrovsk: Korporaciya «Agro-Soyuz» [In Russian].

27. Jenkinson, D. S. (1973). Organic matter and nitrogen in soils of the Rothamsted Classicol Experiments, *J. Sc. Food Agr.*, 24, 1149–1150.

28. 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.

29. Yasnolob, I., Chayka, T., Aranchiy, V., Gorb, O., & Dugar, T. (2018). Mycorrhiza as a biotic factor, influencing the ecosystem stability. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 363–370. doi: 10.15421/2018_223.

30. Yasnolob, I., Gorg, O., Dedukhno, A. L. L. A., & Kaliuzhna, Y. (2017). The formation of the management system of ecological, social, and economic development of rural territories using the experience in European Union. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 8 (3), 516–528. doi: 10.14505/jemt.v8.3(19).03.

Стаття надійшла до редакції 15.07.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В., Горб О. О., Чайка Т. О. Формування родючості ґрунту в умовах органічного землеробства. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 85–91.

© Писаренко Віктор Микитович, Писаренко Павло Вікторович,
Писаренко Володимир Вікторович, Горб Олег Олександрович,
Чайка Тетяна Олександрівна, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



review article | UDC 631.95:631.5:631.452 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.12

ECO-BALANCE OF SOIL TILLAGE SYSTEMS TO RESTORE AND INCREASE SOIL FERTILITY

T. O. Chaika,

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

I. O. Yasnolob,

ORCID ID: [0000-0002-3826-8745](https://orcid.org/0000-0002-3826-8745), E-mail: ilona.yasnolob@pdaa.edu.ua,

O. O. Gorb,

ORCID ID: [0000-0002-3141-8114](https://orcid.org/0000-0002-3141-8114), E-mail: gorb@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,

Yev. V. Bereznytskyi,

E-mail: ievgenii.bereznytskyi@pdaa.edu.ua,

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

The article highlights the current state of farm lands in Ukraine, which are affected by erosion, degradation, loss of fertility and moisture. As a result of irresponsible attitude of owners and leaseholders, drying up and desertification of territories, soil dying takes place. The expediency of conducting urgent measures to prevent and eliminate erosion processes, increase their deflation stability, reduce acidity and restore humus is substantiated. It is mentioned that the effectiveness of these measures depends first and foremost on the responsible attitude of landowners and land users, since in the pursuit of super profits the exploitation of farm lands is devastating. The priority measure to restore and improve soil fertility in Ukraine is the using of appropriate systems of farm land tillage. Foreign and Ukrainian experience of using basic soil tillage systems (plow, minimal and zero) was investigated and their peculiarities were determined. This enabled to characterize the advantages and disadvantages of each soil tillage method, which allow assess their impact on the condition and composition of soils, the quality of farm products and influence on the natural environment, which determines their urgency and the necessity for agricultural producers, the impact on soil fertility. The criteria of estimating soil tillage systems on the principles of sustainable development according to agronomic, economic, social and ecological directions were suggested. The necessity of introducing such soil tillage systems, the using of which enables to increase the productivity of farm machinery and used resources, reduce the incurred production expenses and ecological loading on the environment, and ensure long-term development of agricultural production without losing product quality, was proved.

Keywords: soil fertility, soil tillage systems, eco-balance, sustainable development.

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ЗАДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

Т. О. Чайка, І. О. Яснолоб, О. О. Горб, І. І. Лотиш, Є. В. Березницький,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

У статті висвітлено сучасний стан сільськогосподарських угідь в Україні, які зазнають ерозійних процесів, деградації, втрачають ґрунт і воду. У результаті безвідповідального ставлення власників та орендарів має місце обсихання й опустелювання територій, омертвіння ґрунтів. Обґрунтовано доцільність проведення термінових заходів із попередження та ліквідації ерозійних процесів, підвищення їхньої дефляційної стійкості, зниження кислотності й відновлення гумусу. Зазначено, що

ефективність цих заходів передусім залежить від відповідального ставлення землевласників і землекористувачів, оскільки в гонитві за надприбутками експлуатація сільськогосподарських угідь є нищівною. Першочерговим заходом щодо відновлення та підвищення родючості ґрунтів в Україні визначено використання відповідних систем обробітку сільськогосподарських угідь. Досліджено зарубіжний і вітчизняний досвід щодо використання основних систем обробітку ґрунту (плужного, мінімального та нульового), визначено їхні особливості. Це дало змогу навести переваги та недоліки кожного способу обробітку ґрунту, а також оцінити їхній вплив на стан і склад ґрунтів, їхню родючість, якість сільськогосподарської продукції та вплив на навколишнє природне середовище, що є актуальним і вкрай необхідним для сільськогосподарських виробників. Запропоновано критерії оцінки систем обробітку ґрунту на засадах стійкого розвитку за агрономічними, економічними, соціальними та екологічними напрямками. Доведено необхідність впровадження таких систем обробітку ґрунту, застосування яких дасть змогу збільшити продуктивність сільськогосподарської техніки і залучених ресурсів, зменшити виробничі витрати та екологічне навантаження на довкілля, забезпечити тривалий розвиток сільськогосподарського виробництва без втрати якості продукції.

Ключові слова: родючість ґрунту, системи обробітку ґрунту, екологізація, стійкий розвиток.

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Т. А. Чайка, И. А. Яснолоб, О. А. Горб, И. И. Лотыш, Е. В. Березницкий,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

В статье обоснована необходимость повышения плодородия почв в Украине путем внедрения систем ее обработки. С учетом отечественного и мирового опыта рассмотрены особенности основных способов обработки почвы (плужного, минимального и нулевого). Определены преимущества и недостатки каждой системы обработки почвы, которые позволяют оценить их актуальность и необходимость для сельскохозяйственных производителей. Предложены критерии оценки систем обработки почвы на принципах устойчивого развития по агрономическим, экономическим, социальным и экологическим направлениям. Доказана необходимость внедрения таких систем возделывания почвы, применение которых позволит увеличить производительность сельскохозяйственной техники и задействованных ресурсов, уменьшит производственные затраты и экологическую нагрузку на окружающую среду, обеспечит долгосрочное развитие сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: плодородие почвы, системы обработки почвы, экологизация, устойчивое развитие.

Розвиток аграрного сектора України за останні роки має стабільний і позитивний напрям зростання, відбувається нарощування темпів виробництва сільськогосподарської продукції. Водночас ці позитивні тенденції в обсягах виробництва мають негативний вплив на природне навколишнє середовище, оскільки здійснюються за рахунок інтенсивних технологій, підвищенням навантаження на ґґо, що загрожує існуванню сучасних і майбутніх поколінь.

Результати такого безвідповідального ставлення сільськогосподарських виробників (власників та орендарів сільськогосподарських угідь) призводять до розвитку ерозійних процесів, збільшенню площ деградованих ґрунтів (щороку на 90 тис. га), втратам ґрунту (600 млн т) та води (16 млрд м³). Це призводить до обсихання й опустелювання територій, смертіння ґрунтів. Майже кожен третій гектар (30,7 %) еродований, а другий – дефляційно небезпечний, кожний четвертий гектар – кислий. Середньорічні втрати гумусу внаслідок незбалансованого внесення та винесення органічної речовини й ерозії становлять більше 1,0 т/га (1228 кг/га) землі в обробітку, втрати в перерахунок лише на азот еквівалентні майже 10,0 млрд м³ газу [21].

Тому в Україні, яка є аграрною країною та має 33 млн га сільськогосподарських угідь (70 % загальної території, з яких 80 % – рілля), питання та заходи щодо якості та родючості ґрунтів повинні бути на першому місці як на рівні держави, так і серед виробників сільськогосподарської продукції і науковців аграрного напрямку. Отже, стан сільськогосподарських угідь потребує термінових заходів із попередження та ліквідації ерозійних процесів, підвищення їхньої дефляційної стійкості, зниження кислотності й відновлення гумусу [6]. Ефективність цих заходів передусім залежить від відповідального ставлення землевласників і землекористувачів, оскільки у гонитві за надприбутками

експлуатація сільськогосподарських угідь є нищівною. Таким чином, разом з подоланням наслідків руйнівного впливу на сільськогосподарські угіддя необхідно впроваджувати заходи щодо їх збереження. І особливої актуальності в цьому набувають системи обробітку ґрунту, міжнародний досвід використання яких можна впровадити і в Україні.

Системи обробітку ґрунту досліджувалися такими провідними вітчизняними вченими, як В. Адамчук, М. Безуглий [2], С. Булигін [3], М. Гаврилюк, Ю. Манько [8–9], В. Медведєв [10], М. Патики [13], В. Паштецький [12], В. Петриченко [13], В. Ситник [24] та ін. Особливості та переваги обробітку ґрунту в умовах органічного землеробства розглядалися С. Антонцем [1], В. Писаренком [14–15], П. Писаренком [16], В. Рекуненко, П. Стецишиним, В. Пиндусом [25], С. Пономаренком [15] та ін. Однак вони містять дослідження окремих систем обробітку ґрунту, що не дозволяє повністю оцінити їхні переваги та недоліки з метою практичного впровадження в умовах України.

Останні 20–30 років в Україні поступово склалася так звана комбінована (диференційована) система обробітку ґрунту, що передбачає використання різних способів і знарядь з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, вимог рослин і попередників. Ця система має чимало позитивних ознак та базується на поверхневому (0–8 см), мілкому (8–16 см), середньому (16–24 см) та глибокому (24–32 см) способах обробітку ґрунту. Однак до її головних недоліків відносять такі [7]: знеструктурення й ерозія ґрунтів, підвищені втрати органічної речовини як наслідок того, що верхній шар ґрунту занадто часто оброблюється і тривалий час перебуває у надмірно аерованому стані; переущільнення підорного і піднасінного (навесні) шару як наслідок використання важких енергонасичених і колісних тракторів тоді, коли названі шари ґрунтів мають вологість, близьку до оптимальної, і тому найбільш уразливі до переущільнення; перевитрати пального через велику кількість окремих технологічних операцій.

Загальновідомо, що територія України має 4 ґрунтово-кліматичних зони, 9 ґрунтово-кліматичних підзон, 23 номенклатури ґрунтів і 1147 їх видів. Спираючись на це, не складно зробити висновок, що жоден з відомих способів обробітку ґрунту не може бути єдиним для всіх сільськогосподарських угідь [2]. Отже, сучасна методологія обробітку ґрунту та подальші наукові пошуки щодо його здешевлення повинні враховувати вплив на природне навколишнє середовище, відповідати концепції стійкого розвитку. За цих умов потрібен пошук парадигми об'єднання економічних інтересів і підвищення життєвого рівня з поліпшенням стану навколишнього середовища. Сучасні способи обробітку ґрунту мають опиратися на альтернативні цінності, методи, переконання, ніж на економічне зростання, оскільки воно не враховує екологічну небезпеку від розвитку за інтенсивними моделями [27].

Обрати відповідний спосіб обробітку ґрунту можна лише за умови, коли відомі його переваги та недоліки з урахуванням практичного досвіду використання. Тому розглянемо більш детально такі способи обробітку ґрунту: плужний, мінімальний і нульовий.

Тисячоліттями для обробітку сільськогосподарських земель використовувався плуг, що забезпечував підготовку оптимального насінневого ложа шляхом обертання ґрунту. Плугом можна переорати пасовище за один прохід, загорнувши у ґрунт бур'яни, пожнивні рештки та гній з власного господарства. Ґрунт буде розпушений і проаерований, що сприятиме його швидшому прогріванню та просушуванню, а також мобілізації поживних речовин [26]. Отже, на перший погляд, використання плуга має лише переваги, однак більш детальне дослідження виявляє його певні недоліки (табл. 1).

Водночас, за даними закордонних дослідників, найкращого необхідного ефекту можна досягти за умов застосування мінімального обробітку ґрунту. Він забезпечує покращення структури ґрунту, зберігає саму структуру та мікроорганізми, які його заселяють, запобігає розпаду гумусу завдяки відмові від глибокого та інтенсивного розпушення. Також покращується пружність і захист від ерозії ґрунту, його водний баланс. Однак незважаючи на зазначені переваги, відмова від обробітку плугом спричиняє певні недоліки. Наприклад, може значно підвищитися шкідливий вплив з боку бур'янів або порушитися забезпечення рослин поживними речовинами [11].

За умови мінімального обробітку перед посівом ґрунт обробляється менш інтенсивно або взагалі не обробляється, що має також певні переваги (табл. 2).

Проте мінімальний обробіток ґрунту в системі без застосування гербіцидів і швидкорозчинних азотних добрив має певні недоліки (табл. 3). Вони потребують певної мобільності та далекоглядності від сільськогосподарських виробників з метою забезпечення високої врожайності, досягнення прибутку та високої ефективності використання ресурсів.

1. Недоліки плужного обробітку ґрунту

Напрями впливу	Примітки
Родючість ґрунту та врожайність	1. Сприяє активізації аеробних процесів і розкладу органічної речовини, що знижує родючість. 2. Розпушені та розпилені ґрунти не дають змогу загорнути насіння на потрібну глибину. 3. Нерівномірне загортання насіння через брилисту структуру. 4. Зниження польової схожості насіння і врожайності сільськогосподарських культур через порушення водного балансу, ущільнення, порушення структури ґрунту та пригнічення мікробіологічних процесів.
Ерозія та водний баланс	1. Є головною причиною водної та вітрової ерозії. 2. Сприяє втраті великої кількості води.
Структура та пружність ґрунту	1. Утворення кірки на поверхні у разі опадів. 2. Розпилення ґрунту, порушення балансу поживних речовин і газів. 3. Надмірне ущільнення та деформація сільськогосподарською технікою. 4. Переущільнення ґрунту через значну кількість механічних операцій, що призводить до порушення його структури та пружності. 5. Утворення брилистої структури. 6. Руйнування агрегатної та капілярної структури ґрунту. 7. Після плугу залишається повністю непокритий ґрунт, який стає беззахисним взимку, схильним до замулювання та ерозії.
Гумус і ґрунтові організми	1. Пригнічення мікробіологічних процесів через ущільнення ґрунту. 2. Сприяє значні втрати популяцій дощових черв'яків. 3. Узимку гинуть мікроорганізми через відкритий ґрунт.
Вирощена сільськогосподарська продукція	1. Забруднення вирощеної продукції через утворення надлишку нітратів у ґрунті у процесі мінералізації органічної речовини. 2. Гірші смакові та споживчі якості через недолік необхідної кількості мікро- та мікроелементів.
Вплив на навколишнє середовище	1. Значні викиди газів в атмосферу через швидкий розпад органічних субстанцій. 2. Збільшення викидів CO₂ від сільськогосподарської техніки. 3. Порушення екобалансу.

Під час мінімального обробітку ґрунту існують різноманітні методи з різною інтенсивністю обробітку аж до прямого посіву, коли повністю відмовляються від обробітку ґрунту. Методи відрізняються за двома принципами: глибиною обробітку та частиною поверхні ґрунту, яка обробляється. Доцільно відзначити, що поширення мінімального обробітку ґрунту серед практиків можливе за умови, якщо вони матимуть приблизно таку ж урожайність, як і при застосуванні плуга, і не спричинять жодних серйозних проблем з бур'янами у довгостроковій перспективі.

У Швейцарії в рамках державної програми ефективного використання енергоресурсів фінансово підтримуються посів по мульчі, стрічковий та прямий посіви. До того ж виробники, що використовують органічне землеробство, отримують додаткову підтримку за умови застосування мінімального обробітку ґрунту та відмови від гербіцидів. Зважаючи на це деякі представники органічного сільськогосподарства частково або повністю відмовилися від застосування плуга у своїх господарствах протягом років (застосовують посів по мульчі). Дослідження з 2012 р. щодо застосування ножових котків свідчать, що успіх цього методу на практиці ще недостатньо прогнозований [25].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

2. Переваги мінімального обробітку ґрунту

Переваги	Примітки
Структура та пружність ґрунту	1. Покращення структури. 2. Покращення пружності та зменшення ущільнення. 3. Відсутня плужна підшва завдяки проходу необробленим ґрунтом, відмові від інтенсивного та глибокого обробітку.
Гумус і ґрунтові організми	1. Зниження аерації ґрунту, що запобігає розпаду гумусу завдяки зменшенню глибини обробітку. 2. Збереження дощових черв'яків. 3. Створення сприятливих умов для ґрунтових мікроорганізмів. 4. Забезпечення поживними речовинами дощових черв'яків завдяки рослинним решткам на поверхні.
Захист від ерозії та водний баланс	1. Зменшення заболочування, поверхневого водного стоку та ерозія. 2. Покращення фільтрації води під час рясних дощів. 3. Захист від дощу та вітру завдяки рослинним залишкам на поверхні. 4. Покращення водопостачання з глибших прошарків ґрунту за посушливих умов (капілярності).
Вирощена сільськогосподарська продукція	1. Відносна екологічна безпечність за умов дотримання технологічного процесу. 2. Достатні смакові та споживчі якості через нестачу необхідної кількості мікро- та мікроелементів.
Захист клімату та навколишнього середовища	1. Зменшення рівня вивільнення вуглекислого газу (CO ₂) внаслідок меншої мінералізації органічної субстанції у ґрунті. 2. Зменшення викидів від сільськогосподарської техніки завдяки зменшенню глибини обробітку ґрунту, навіть за умови більшої кількості механічних операцій. 3. Сприяння відновленню родючості ґрунтів та відновленню екобалансу.

3. Недоліки мінімального обробітку ґрунту

Недоліки	Примітки
Різноманітна та гнучка механізація	1. Необхідність інвестицій у сучасну сільськогосподарську техніку. 2. Вибір техніки визначають погодні умови, тому вона має бути потужною, зносостійкою та доступною у будь-який час. 3. Зазвичай наймані працівники та підприємства-підрядники мають недостатній досвід щодо мінімального обробітку ґрунту.
Загортання поживних решток	1. Виникають труднощі, якщо є велика кількість поживних решток (наприклад, після зернової кукурудзи). 2. Поживні рештки можуть забивати сівалки, просапні агрегати чи пружинні борони.
Вплив на врожайність	1. Повільне прогрівання ґрунту навесні та його просихання у вологих умовах, що спричиняє пізніе або повільне сходження сільськогосподарських культур. 2. Пізня мінералізація поживних речовин.
Бур'яни та їх проростання	1. Складний контроль за бур'янами. 2. Створення сприятливих умов для проростання кореневищних (будяк, пирій, берізка польова, щавель) та стрижнекорневих бур'янів (кульбаба, будяк).
Переорювання пасовищ	1. Відсутність «чистого поля». 2. Необхідне здійснення більшої кількості технологічних операцій через нерівномірну поверхню ґрунту під час першого обробітку. 3. Зазвичай необхідно більше проходів технікою. 4. Довший період для просихання ґрунту. 5. Пошкодження від випасу тварин і сліди від техніки ускладнюють мінімальний обробіток. 6. Можливе виникнення проблеми з трав'яною вогнівкою.

Точні та практичні дослідження FiBL у 2003–2011 рр. показують, що під час переходу від плуга до мінімального обробітку врожайність сільськогосподарських культур знижується як мінімум на 10 %. Це пов'язано з уповільненням мінералізації азоту у ґрунті навесні та конкуренцією культури з бур'янами. В результаті покращення структури ґрунту, його мінімальний обробіток на дослідних ділянках у м. Фрік демонструє вищу врожайність, починаючи з четвертого року, і в багаторічній перспективі показники врожайності зростають на 11 %. Особливо значні переваги мінімальний обробіток ґрунту має в посушливі роки. У господарствах з досвідченими керівниками, відповідною технікою та відповідним виробничим режимом жодних відмінностей врожайності між плугом і мінімальним обробітком не було. У деяких господарствах спочатку проблеми проростання осипаного насіння культур-попередників можуть призвести до певних втрат врожаю через малий досвід, невідповідну механізацію або через несприятливі погодні умови [19].

Отже, значною перевагою мінімального обробітку ґрунту є те, що відбувається накопичення гумусу та покращується пружність ґрунту. Також ґрунт поглинає вуглець з повітря, сприяючи тим самим скороченню викидів шкідливого для клімату вуглекислого газу (CO₂). Прошарок гумусу у ґрунтах зазвичай зростає на 10 %, і є можливість зберегти приблизно 13 тонн вуглекислого газу на один гектар. Ефект збереження клімату підсилюється, тому що завдяки поверхневому обробітку ґрунту використовується менше палива [19]. Особливої актуальності мінімальний обробіток ґрунту отримав в органічному землеробстві, яке в умовах України має значні перспективи розвитку [21].

Наступним перспективним способом обробітку ґрунту є «нульовий», а технологія сівби – «пряма». Зазвичай ці терміни використовуються як синоніми через те, що обробіток ґрунту і сівба проводяться одночасно. Нульова технологія – висаджування насіння у необроблений ґрунт, зайнятий покривною культурою, шляхом нарізання борозни потрібної ширини та глибини, достатньої для заглиблення насіння. Інші види обробітку не застосовуються. Допускається лише обробіток піднасіenneвого шару в разі його переущільнення, але такий обробіток проводиться спеціальними знаряддями і постійний надґрунтовий рослинний покрив у цей час не порушується [2].

Нульовий обробіток ґрунту є відносно новим і не отримав заслуженого визнання серед виробників сільськогосподарської продукції. Це пов'язано з тим, що переважають усталені стереотипи обов'язковості обробітку як заходу, без якого не можна обійтися. Тоді як, за наявними даними, у світі під нульовою технологією перебуває майже 100 млн га ріллі. В Україні ж лише Корпорація «Агро-Союз» у Дніпропетровській області має відносно тривалий і успішний досвід із впровадження нульового обробітку [9].

Принципи нульової технології реалізуються наступним чином: відмова від будь-якого обробітку ґрунту; відмова від унесення органічних добрив (замість них використовуються рослинні рештки від основних, пожнивних і покривних культур); заборона спалювання решток; унесення мінеральних добрив і засобів захисту рослин одночасно з сівбою або знаряддями, що не руйнують ґрунт; використання спеціальних сівалок [8].

Нульовий обробіток ґрунту може мати такі форми реалізації: суцільний, коли обробіток ґрунту здійснюється суцільно по всій поверхні поля на глибину зародки насіння; смуговий, який передбачає обробіток ґрунту з утворенням смуги певної ширини, у яку здійснюється висів насіння; щільний, при якому однодисковим робочим органом попередньо на глибину заробки насіння нарізається щілина, у яку після цього здійснюється його висів. Очевидним є залежність можливості способу розміщення насіння за напрямом руху агрегату (тобто рядкового, широкорядкового, стрічкового, суцільного та пунктирного) від варіанта нульового способу обробітку ґрунту. Це узгодження здійснюється на етапі створення технічних засобів з урахуванням їх призначення (для колосових культур чи просапних) та технологій вирощування сільськогосподарських культур. Практика свідчить, що для реалізації технології «прямої» сівби застосовують спеціальні сівалки з додатковими пристроями для обробітку ґрунту або нарізання в ньому вузьких щілин перед проходами сошників. Найбільше розповсюджені сівалки американської фірми «Джон Дір», шведської «Ведерстад» і французької «Кюнх» тощо [2].

Нульова технологія обробітку на сьогодні є фундаментальним і в певній мірі революційним підходом до землеробської технології, який здатний призупинити деградацію ґрунтів і створити передумови для стійкого землекористування. Через 10–15 років ґрунт під постійним рослинним покривом переходить на природний бездеградаційний режим функціонування енергії та речовин і

водночас не втрачає своєї продуктивної функції. У світі ця технологія розглядається, насамперед, як ґрунтозахисний захід.

Послідовники нульового обробітку стверджують, що нульова технологія ефективна за будь-яких ґрунтово-кліматичних і господарських умов. Мають місце позитивні приклади з екваторіальних країн (Кенія, Уганда), з країн, що розташовуються на 40° південної широти (Аргентина, Чилі) або на 60° на північ (Фінляндія). Нульовий обробіток ефективний на висоті 3000 м, як це відмічається в Болівії і Колумбії, за умови вмісту у ґрунті 90 % піщаної фракції (Австралія, Парагвай) або 85 % глини (Бразилія), за умови рівня атмосферних опадів у 200 мм (Західна Австралія), 2000 мм (Бразилія) і навіть 3000 мм (Чилі) [5].

Нульова технологія однаково вигідна як на великих, так і на малих фермах. Наприклад, у Бразилії, де у фермера не більше 5–6 га землі. У Парагваї і Гані, де майже виключно домінує така технологія, розмір ферм ще менший. Така сама ситуація в Індо-Гангзькому регіоні.

У Латинській Америці немає жодних дискусій щодо технологій обробітку, оскільки рішення «за» нульовий обробіток ухвалено одностайно, позитивно оцінюється, а негативні моменти майже не згадуються. Постійний і обов'язково значний за товщиною рослинний покрив (мульча) на поверхні ґрунту водночас розглядається як нова стратегія боротьби з бур'янами. Широкого застосування набули знаряддя для підрізання однорічних бур'янів без порушення мульчі [13].

Розглянемо агрономічні, економічні, соціальні й екологічні переваги нульової технології (табл. 4).

4. Переваги нульового обробітку ґрунту

Переваги	Примітки
Агрономічні	1. Зменшення поверхневого стоку сприяє зменшенню ерозії та замуленню доріг. 2. Зменшення машинно-тракторних агрегатів для виконання робіт. 3. Кращий водно-повітряний режим ґрунту. 4. Зростання вмісту органічної речовини та гумусу. 5. Більш сприятливими для нульового обробітку є посушливі й теплі регіони, оскільки мають переважно зливовий характер опадів. Якщо умови дренажу сприятливі для швидкого відведення надлишкової вологи навесні, то це сприяє нульовому обробітку на всіх без винятку ґрунтах. 6. Найбільше сприяють прояву позитивних якостей нульового обробітку добре дренажні ґрунти середнього гранскладу. 7. Найбільш сприятливими культурами є озима пшениця, кукурудза і жито.
Економічні	1. Зменшення витрат на паливо-мастильні матеріали, час і машинно-тракторні агрегати для виконання робіт. 2. Зростання врожайності сільськогосподарських культур (особливо у країнах Південної Америки). 3. Підвищення прибутковості діяльності виробників. 4. Зменшення витрат на відновлення доріг після злив завдяки значному зменшенню поверхневого стоку, ерозії та замуленню доріг. 5. Додаткові кошти дають змогу придбати нові технічні знаряддя, добрива, засоби захисту. 6. Чим більша ферма, тим сприятливіші умови для придбання техніки і менш негативні наслідки для продуктивності у перехідному періоді та його тривалість. 7. Сприяння підвищенню культури і ефективності агровиробництва.
Соціальні	1. Зростання доходів фермерів. 2. Покращення умов їхньої праці.
Екологічні	1. Суттєво знижується ерозія. 2. Зниження секвестрації вуглецю.

Доцільно зазначити, що накопичений світовий досвід з нульового обробітку ґрунту, переконує, що він, незважаючи на деякі ще невирішені питання та незначні негативні аспекти, має перспективи щодо впровадження у країнах з високоінтенсивним механізованим землеробством, де ґрунти після тривалої оранки переважно виснажені. Аналіз літературних джерел (див. табл. 4) підтверджує, що головні переваги нульового обробітку – в енергозбереженні й ґрунтоохороні.

Однак, навіть наведені переваги не сприяють поширенню нульового обробітку у країнах Європи, зокрема прогресивними в аграрному секторі – Великою Британією, Німеччиною, Францією. Водночас досвід країн Південної Америки є дуже результативним – за короткий час архаїчно відстале землеробство було переведено на рівень сучасного високотехнологічного та продуктивного сільського господарства [20].

Причинами цього є: невеликий розмір сільськогосподарських ферм; несприятливі (холодні й вологі) ґрунтово-кліматичні умови (переважно в північних країнах); значні субсидії фермерам, що не заохочують їх до інновацій; відсутність ефекту на перших етапах впровадження; значні витрати на техніку і засоби захисту рослин; домінуючі стереотипи мислення та консерватизм. До того ж позначається і перевиробництво сільгосппродукції в західних європейських країнах, що також не стимулює впровадження нових технологій [5]. Існують і певні недоліки нульового обробітку ґрунту (табл. 5), які потребують вирішення на науковому та практичному рівнях.

5. Недоліки нульового обробітку ґрунту

Недоліки	Примітки
Агрономічні	1. Зростання забур'яненості, кількості шкідників і проявів хвороб. 2. Ефективність залежить від особливостей клімату та ґрунту. 3. Відсутність повноцінних карт ґрунтів створює загрозу використання нульового обробітку в непридатних умовах відповідно з негативними результатами. 4. Недостатньо вивчені питання щодо покривних культур, зменшення їхньої конкуренції з основною культурою, синхронізації агротехнологічних заходів сівби і збирання, хімічної обробки основної і покривної культур, коригування структури сівозмін. 5. Важкі глини, піщані або пилуваті ґрунти менш сприятливі для цього обробітку через їхню переущільненість (природну чи антропогенно спричинену). 6. Кількість атмосферних опадів є важливим чинником ефективності нової технології. Підвищений рівень опадів негативно позначається, особливо на важких глинистих і піщаних холодних ґрунтах. 7. Сільгоспкультури по-різному реагують на нульовий обробіток: менш сприйнятливі – ячмінь та інші зернові культури (окрім пшениці, кукурудзи та жита), найменш сприйнятливі – цукровий буряк і картопля.
Економічні	1. Ефективність залежить від соціально-економічних умов. 2. Додаткові витрати на хімічні засоби захисту рослин.
Соціальні	1. Використання у невласливих умовах може дискредитувати нульовий обробіток (наприклад, в аграрних регіонах з великою чисельністю населення його впровадження сприятиме збільшенню безробіття). 2. Можливе забруднення продукції пестицидами та важкими металами.
Екологічні	1. Використання більшої кількості хімічних засобів захисту рослин. 2. Забруднення ними підземних вод.

На думку фахівців з європейського континенту, українські чорноземні ґрунти є ідеальними об'єктами для впровадження нульового обробітку. Отже, якщо позитивно сприйняти досвід американського континенту, то землеробство України якнайшвидше, без будь-яких застережень, доцільно орієнтувати на суцільне впровадження нульового обробітку незалежно від ґрунтово-кліматичних і господарських умов. Якщо ж проаналізувати європейський досвід, то діяти треба більш обережно і поступово [2].

Отже, враховуючи наведені дослідження ми пропонуємо оцінювати системи обробітку ґрунту на засадах стійкого розвитку за агрономічними, економічними, соціальними та екологічними критеріями (табл. 6).

Результати аналізу систем обробітку ґрунту, які використовують фермери провідних країн світу, свідчать про те, що переважно використовують технології, які передбачають мінімізацію глибини обробітку і суміщення виконання технологічних операцій, використання новітніх технологій, застосування яких дає змогу зменшити витрати на виробництво без втрати якості продукції та вплив на природне навколишнє середовище [30].

6. Критерії оцінки систем обробітку ґрунту

Критерії	Примітки
Агрономічні	1. Сприятливість ґрунтово-кліматичних умов. 2. Сприйнятливості сільськогосподарських культур. 3. Заходи щодо контролю за бур'янами, хворобами та шкідниками. 4. Вибір культур для сівозміни. 5. Наявність необхідної сільськогосподарської техніки або можливість її залучення (оренда, фірми-посередники тощо). 6. Націленість на підвищення урожайності зі збереженням якості та безпечності продукції.
Економічні	1. Розробка та впровадження довгострокової стратегії розвитку виробництва. 2. Націленість на підвищення рентабельності виробництва. 3. Можливість залучення додаткових фінансових ресурсів. 4. Наявність налагоджених ринків збуту продукції.
Соціальні	1. Здатність керівництва до впровадження інноваційних методів, технологій і техніки в сільськогосподарське виробництво [29]. 2. Кваліфікований персонал, що має позитивне ставлення до новацій керівництва та готовий до співпраці з ним. 3. Мінімальне забруднення продукції пестицидами та важкими металами.
Екологічні	1. Сприяння відновленню ґрунтів та їхньої родючості. 2. Зменшення будь-якого негативного впливу на природне навколишнє середовище.

Висновки

Україна, що прагне стати провідною аграрною країною не лише на рівні сільськогосподарської сировини, але й готової продукції, не може залишатися осторонь прогресивних ґрунтозахисних, екологобезпечних та ефективних напрямів у розвитку землеробства. Це обумовлює необхідність вивчення переваг і недоліків наявних способів обробітку ґрунту з урахуванням сучасних тенденцій щодо збільшення прибутковості діяльності та зменшення екологічного навантаження на довкілля. Доцільно зазначити, що для сучасних умов господарювання є характерним: зменшення обсягів застосування органічних добрив; підвищення цін на паливо-мастильні матеріали, мінеральні добрива та засоби захисту рослин; зменшення чисельності механізаторів, які працюють у сільськогосподарському виробництві; зниження рівня забезпеченості господарств технікою; міжнародний контроль за шкідливими викидами в атмосферу. За таких умов особливо привабливим є застосування енергоощадних способів обробітку ґрунту, що дає змогу збільшити продуктивність сільськогосподарської техніки і залучених ресурсів, зменшити понесені витрати та екологічне навантаження на довкілля, забезпечити тривалий розвиток та можливість виходу на світові ринки.

Перспективи подальших досліджень – вивчення досвіду мінімального та нульового обробітку ґрунту в Україні з метою його практичного використання сільськогосподарськими виробниками.

References

1. Antonets, S. S., Antonets, A. S., & Pysarenko, V. M. (2010). *Orhanichne zemlerobstvo: z dosvidu PP «Ahroekolohiia» Shyshatskoho raionu Poltavskoi oblasti: praktychni rekomendatsii*. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].
2. Bezuhlyi, M., Havryliuk, M., & Adamchuk, V. (2007). *Poshuk obiektyvnoi otsinky system obrobittu ґрунту v Ukraini. «Ahrarnyi Tyzhden. Ukraina»*, 39. Retrieved from: http://a7d.com.ua/501-poshuk_obktivno_ocnki_sistem_obrobttku_ґрунту_v_ukran.html [In Ukrainian].
3. Bulyhin, S. Yu. (2003). *Rehlamentatsiia tekhnolohichnoho navantazhennia zemelnykh resursiv. Zemlevporiadkuvannia*, 2, 9–12 [In Ukrainian].
4. Shykuly, M. K. (2000). *Gruntozakhysna biolohichna systema zemlerobstva v Ukraini: monohrafiia*. Kyiv [In Ukrainian].
5. Hudz, V. P., Prymak, I. D., & Budonnyi, Yu. V. (2010). *Zemlerobstvo: pidruchnyk*. Kyiv: TsUL [In Ukrainian].

6. Kaminskyi, V. F. Naukovi osnovy optymizatsii suchasnykh system zemlerobstva v umovakh zminy klimatu. Retrieved from: zemlerobstvo.com/?p=5163 [In Ukrainian].
7. Lahutenko, O. T. (2012). *Ahroekolohiia: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: NPU imeni M. P. Drahomanova [In Ukrainian].
8. Manko, Yu. P., Tanchyk, S. P., & Prymak, I. D. (2015). Zmist suchasnykh system zemlerobstva v Ukraini ta propozyitsii shchodo yikh klasyfikatsii. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 12, 17–21. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2015_12_6 [In Ukrainian].
9. Manko, Yu. P., Tsiuk, O. A., & Krotinov, O. P. (2008). *Model ekolohichnoho zemlerobstva v Lisostepu Ukrainy: metodychni rekomendatsii dlia vprovadzhennia u vyrobnytstv*. Kyiv: Ahrarna osvita [In Ukrainian].
10. Medvediev, V. (2013) Pluzhnyi, minimalnyi, nulovy. «*Ahrarnyi Tyzhden. Ukraina*», Retrieved from: <http://a7d.com.ua/machines/10194-pluzhnyi-mnmalnyi-nuloviy.html> [In Ukrainian].
11. Minimalnyi obrobitok gruntu. (2016). Retrieved from: http://www.ukraine.fibl.org/fileadmin/documents-ukraine/publications_presentations/Minimalnyi_obrobitok_gruntu_Minimal_tillage.pdf [In Ukrainian].
12. Pashtetskyi, V. S. (2013). Minimizatsiia obrobitku hruntu v systemi ahroekolohichnoho zakhystu hruntiv. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 2, 74–81 [In Ukrainian].
13. Petrychenko, V. F., Bomba, M. Ya., Patyka, M. V., Perih, H. T., & Ivashchuk, P. V. (2011). *Zemlerobstvo z osnovamy ekolohii, gruntoznavstva ta ahrokhimii: navch. posibn*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
14. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Horb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Posukhy v konteksti zmin klimatu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 134–146. doi: 10.31210/visnyk2019.01.18 [In Ukrainian].
15. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Ponomarenko, S. V., & Shapoval, V. F. (2017). *Orhanichne zemlerobstvo dlia pryvatnoho sektora*. V. M. Pysarenko (Ed.). Poltava: FOP Myron I. A. [In Ukrainian].
16. Pysarenko, P. V., Horb, O. O., Nevmyvako, T. V., & Holik, Yu. S. (2009). *Osnovy biolohichnoho ta adaptivnoho zemlerobstva: navch. posib*. Poltava: Oriiana [In Ukrainian].
17. Pysarenko, P. V., & Chaika, T. O. (2016). Tekhnolohii obrobitku gruntu ta yikh vplyv na yakist gruntiv v orhanichnomu zemlerobstvi. *Rozvytok APK na zasadakh ratsionalnoho pryrodokorystuvannia: ekolohichni, sotsialnyi ta ekonomichni aspekty: materialy III Mizhnarod. nauk.-prakt. konf.* Poltava: PDAA [In Ukrainian].
18. Polupan, M. I., Solovei, V. B., & Velychko, V. A. (2005). *Klasyfikatsiia gruntiv Ukrainy*. M. I. Polupana (Ed.). Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
19. Proekt «Rozvytok orhanichnoho rynku v Ukraini». Retrieved from: <https://ukraine.fibl.org/ua/ua-resources.html> [In Ukrainian].
20. Ratoshniuk, T. M., Ratoshniuk, V. I., & Martyniuk, M. A. (2012). Ekoloho-ekonomichni problemy ratsionalnoho silskohospodarskoho zemlekorystuvannia. *Stratehiia Rozvytku Ukrainy. Ekonomika, Sotsiologiia, Pravo*, 1, 211–216. Retrieved from: <http://jrnل.nau.edu.ua/index.php/SR/article/viewFile/6128/6857> [In Ukrainian].
21. Romaniuk, L. (2010). Znyshchennia chornozemiv – katastrofa Ukrainy. Retrieved from: <http://blogger.com.ua/2010/znyshchennia-chornozemiv-katastrofa-ukrai/> [In Ukrainian].
22. Rusan, V. M. (2009). *Ekonomika ratsionalnoho silskohospodarskoho zemlekorystuvannia: monohrafiia*. Kyiv: NNTs IAE [In Ukrainian].
23. Sirenko, N. M., & Chaika, T. O. (2011). Perspektyvy rozvytku orhanichnoho silskohospodarskoho vyrobnytstva v Ukraini. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 1, 20–27. Retrieved from: <http://217.77.213.157:8080/jspui/bitstream/123456789/419/1/Perspektyvy%20rozvytku%20orhanichnoho.pdf> [In Ukrainian].
24. Sytnyk, K., & Bahniuk, V. (2008). Stan gruntiv i maibutnie liudstva. *Visnyk NAN Ukrainy*, 8, 3–27 [In Ukrainian].
25. Stetsyshyn, P. O., Pyndus, V. V., & Rekunenko, V. V. (2011). *Osnovy orhanichnoho vyrobnytstva: navch. posib: 2-he vyd., zmin i dopovn*. Vinnytsia: Nova Knyha [In Ukrainian].
26. Tanchyk, S. P., Manko, Yu. P., & Babenko, A. I. (2012). Zmist suchasnykh system zemlerobstva ta yikh klasyfikatsiia. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv I Pryrodokorystuvannia Ukrainy. Ser. : Ahronomiia*, 176, 130–138. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_agr_2012_176_24 [In Ukrainian].

-
27. Chaika, T. O. (2013). *Rozvytok vyrobnytstva orhanichnoi produktsii v ahrarnomu sektori ekonomiky Ukrainy: monohrafiia*. Donetsk: Noulidzh [In Ukrainian].
28. Chaika, T. O. (2018). Rol minimalnogo obrobittu gruntu v orhanichnomu zemlerobstvi. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia*, 2 (10), 37–44. Retrieved from: <https://drive.google.com/file/d/1edJXNTAezpYjEp75JK0CHtXFHpbuwfkO/view?usp=sharing> [In Ukrainian].
29. 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 [In Ukrainian].
30. 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 26.08.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Чайка Т. О., Яснолоб І. О., Горб О. О., Лотиш І. І., Березницький Є. В. Екологізація систем обробітку ґрунту задля відновлення та підвищення родючості ґрунтів. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 92–102.

© Чайка Тетяна Олександрівна, Яснолоб Ілона Олександрівна, Горб Олег Олександрович,
Лотиш Ігор Ігорович, Березницький Євген Вікторович, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 556.531:556.114 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.13

THE PROGNOSTICATION OF WATER RESERVOIR EUTROPHICATION PROCESSES ON THE EXAMPLE OF THE VORSKLA RIVER

P. V. Pysarenko,

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

O. P. Korchagin,

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

The article deals with investigating the eutrophication process of natural water reservoirs. It has been mentioned that at present the development of theoretical foundations and search of practical measures in fighting mass development of cyanic bacteria in top layer water reservoirs are being actively conducted, which requires deep analysis and modeling eutrophication processes. Thus, the aim of the paper is studying the factors causing eutrophication of top layer water on the example of the Vorskla river and developing mathematical dependence models of the above mentioned factors and modeling the processes of water quality management based on the concept of nutrient limit. The research methods included conducting analytical, natural, laboratory studies, and also the calculation part. To investigate eutrophication process of water in the Vorskla river samples were taken 0.2–0.5 m deep from the water reservoir top layer (in different districts of the town of Poltava and its outskirts). Based on the obtained results it was established that the higher nitrogen and phosphorus content in the water was, the higher was the content of cyanic bacteria, which correspondingly increased the eutrophication process. To model the processes of eutrophication stationary one-dimensional model was developed, including the following variables: chlorophyll concentration (characterizing the concentration of phytoplankton), the concentrations of phosphorus orthophosphate, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, and phosphorus, restored from bottom sediments. The modeling of biogenic substances' dynamics in the basin of the Vorskla river was conducted. It was found that the increasing of blue and green algae biomass caused a sharp decreasing of nitrogen concentration. This effect is explained by incoming of ammonium nitrogen with sewage water, processing ammonia to nitrates by bacteria, and also transferring impurities into the river basin. The results of mathematical water quality modeling showed that affecting the process of eutrophication limitation resulted in increasing the concentration of nutrients and decreasing phytoplankton concentration. The conducted modeling of the processes of water quality management (on the example of the Vorskla river) based on using target function enabled to determine the optimal content of biogenic substances, which can maintain the optimal chlorophyll content. Using the strategy, based on the concept of nutrients' limit enabled to define the optimal nitrate nitrogen content (2 mg/l and less), at which the growth of cyanic bacteria was not intensified. The obtained results enable to prognosticate mass appearing of cyanic bacteria in water reservoirs in summer and develop the measures of fighting this negative phenomenon.

Keywords: eutrophication of water reservoir, biogenic substances, cyanic bacteria, chlorophyll, modeling.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕВТРОФІКАЦІЇ ВОДОЙМ НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ ВОРСЬКЛА

П. В. Писаренко, О. П. Корчагін,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

У статті досліджено процес евтрофікації природніх водойм. Визначено, що нині у світі активно здійснюється розробка теоретичних основ і пошук практичних заходів з боротьби з масовим розви-

тком ціанобактерій у поверхневих водоймах, що потребує глибокого аналізу та моделювання процесів евтрофікації. Зважаючи на це, метою цієї роботи стало вивчення чинників, які спричиняють евтрофікацію поверхневих вод на прикладі річки Ворскла, розробка математичних моделей залежностей цих факторів та здійснення моделювання процесів управління якістю води на основі концепції ліміту поживних речовин. Методика дослідження включала проведення аналітичних, натурних та лабораторних досліджень, розрахункову частину. Для дослідження процесу евтрофікації води в річці Ворскла було взято проби на глибині 0,2–0,5 м від поверхні водойми (в різних районах м. Полтави та на околицях міста). На основі отриманих результатів встановлено, що чим вищий вміст у воді азоту й фосфору, тим більший вміст ціанобактерій, що, відповідно, посилює процес евтрофікації. Для моделювання процесів евтрофікації була розроблена стаціонарна одновимірна модель, що має такі змінні: концентрація хлорофілу (як характеристика концентрації фітопланктону), концентрація ортофосфату фосфору, амонійного азоту, нітратного азоту і відновленого з донних відкладень фосфору. Проведено моделювання динаміки біогенних речовин у басейні річки Ворскла. Встановлено, що збільшення біомаси синьо-зелених водоростей зумовлює різке зменшення концентрації азоту. Цей ефект пояснюється надходженням амонійного азоту зі стічними водами та переробкою бактеріями аміаку в нітрати, а також перенесенням забруднень у басейні річки. Результати математичного моделювання якості води свідчать, що вплив на процес лімітування евтрофікації призводить до збільшення концентрації поживних речовин і зниження концентрації фітопланктону. Проведене моделювання процесів управління якістю води (на прикладі річки Ворскла) на основі використання цільової функції дало змогу визначити оптимальний вміст біогенних речовин, що дозволяє тримати в оптимальному вмісті хлорофілу. Використання стратегії, ґрунтованої на концепції ліміту поживних речовин, дало змогу визначити оптимальний вміст нітратного азоту (2 мг/л і менше), за якого ріст ціанобактерій не інтенсифікується.

Отримані результати дозволяють прогнозувати масове виникнення ціанобактерій у водоймах влітку та розробити заходи боротьби з цим негативним явищем.

Ключові слова: евтрофікація водойми, біогенні речовини, ціанобактерії, хлорофіл, моделювання.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭВТРОФИКАЦИИ ВОДОЕМОВ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ВОРСКЛА

П. В. Писаренко, А. П. Корчагин,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

В статье проведено исследование процесса эвтрофикации естественных водоемов. Определено, что в настоящее время в мире активно осуществляется разработка теоретических основ и поиск практических мер по борьбе с массовым развитием цианобактерий в поверхностных водоемах, что требует глубокого анализа и моделирования процессов эвтрофикации. Исходя из этого, целью данной работы стало изучение факторов, которые вызывают эвтрофикацию поверхностных вод на примере реки Ворскла. Экспериментальным путем установлено, что увеличение биомассы сине-зеленых водорослей вызывает резкое уменьшение концентрации азота. Результаты математического моделирования качества воды показывают, что влияние на процесс лимитирования эвтрофикации приводит к увеличению концентрации питательных веществ и снижению концентрации фитопланктона. Использование стратегии, основанной на концепции лимита питательных веществ, позволила определить оптимальное содержание нитратного азота (2 мг/л и менее), при котором рост цианобактерий не интенсифицируется. Полученные результаты позволяют прогнозировать массовое возникновение цианобактерий в водоемах летом и разработать меры борьбы с этим негативным явлением.

Ключевые слова: эвтрофикация водоема, биогенные вещества, цианобактерии, хлорофилл, моделирование.

Вступ

Поверхневі водні об'єкти широко використовуються людством у різних галузях народного господарства, при цьому використання водних ресурсів супроводжується посиленням антропогенного тиску на водні екосистеми. Надходження органічних і токсичних сполук, біогенних елементів сприяє

виникненню умов для евтрофікації водойми, порушення процесу самоочищення, масового розвитку вищої водної рослинності.

Евтрофікація (від гр. *eutrophia* – добре харчування) – збільшення вмісту біогенних речовин у водоймі, що спричиняє бурхливе розмноження водоростей, зниження прозорості води й вмісту розчиненого кисню у глибинних шарах внаслідок розкладу органічної речовини мертвих рослин і тварин, а також масову загибель донних організмів [1]. Евтрофікація може бути наслідком природного старіння водойми, внесення добрив, забруднення стічними водами та ін. За рівнем евтрофікації водойми поділяються на оліготрофні (слабко евтрофіковані), мезотрофні (середньоевтрофіковані) та евтрофні (сильно евтрофіковані). Іноді також в окрему категорію виділяють гіперевтрофні (досить сильно евтрофіковані) водойми, в яких евтрофікація призводить до масового відмирання біоти й різкої зміни параметрів екосистеми [2].

Нині у світі активно здійснюється розробка теоретичних основ і пошук практичних заходів по боротьбі з масовим розвитком ціанобактерій у поверхневих водоймах, що потребує глибокого аналізу та моделювання процесів евтрофікації. З аналізу результатів попередніх досліджень (Ізраель Ю. [3], Ферейра Дж. [4], Яич К. [5], Клоерн Дж. [6], Сміс В. [7], Бакер Л. [8], Хорус І. [9], Лахті К. [10], Скулберг О. [11] Авраменко Н. [12]) випливає, що недоліком більшості виконаних експериментів із запобігання розвитку ціанобактерій у поверхневих водоймах є відсутність попередніх розрахунків та аналізу багаторічних результатів моніторингу гідробіологічних, гідрохімічних і гідрофізичних характеристик водойми. Рідко застосовується математичне моделювання, роль якого важлива для прогнозу результатів впливу на розвиток ціанобактерій у масштабі цілої водойми.

Отже, метою цієї роботи є вивчення чинників, які зумовлюють евтрофікацію поверхневих вод на прикладі річки Ворскла, розробка математичних моделей залежностей цих факторів та здійснення моделювання процесів управління якістю води на основі концепції ліміту поживних речовин. Отримані результати дадуть змогу прогнозувати масове виникнення ціанобактерій у водоймах влітку та розробити заходи боротьби з цим негативним явищем.

Зважаючи на вищевикладене, головними завданнями наших досліджень було: встановити вплив біогенних речовин на евтрофікацію водойм у динаміці; провести математичне моделювання факторів, які спричиняють евтрофікацію; розробити модель процесів управління якістю води на основі концепції ліміту поживних речовин та на основі використання цільової функції.

Матеріали і методи досліджень

Методики дослідження передбачали проведення аналітичних, натурних та лабораторних досліджень, розрахункову частину, математичну та графічну обробку отриманих результатів.

Дослідження проводили в різних районах річки Ворскли впродовж весняно-літнього періоду 2017–2019 років. Визначення вмісту речовин у воді проводили згідно зі стандартними методиками. Принцип методу визначення нітратів оснований на реакції між фенолдисульфокислотою [13]. Методика визначення вмісту хлоридів ґрунтується на титрометричному їх осадженні в нейтральному середовищі нітратом срібла за наявності хромату калію як індикатора [14]. Визначення сульфатів базується на осадженні їх у кислому середовищі хлоридом барію [15]. Сухий залишок визначали за методикою [16]. Вміст поліфосфатів, фенолів та нафтопродуктів у воді визначали за відповідними методиками [17–19]. Визначення вмісту у воді азоту та фосфору проводилося за допомогою гетерополікомплексів з використанням екстракційного та сорбційного розділення [20].

Інформація щодо концентрації хлорофілу і її мінливості у водному об'єкті служить критерієм при оцінці запасів біомаси фітопланктону і його продукції, а також індикатором забруднення вод. В основі методу, що застосовувався [21] – спектрофотометрування екстракту пігментів до і після його підкислення розчином соляної кислоти. Розрахунки концентрації хлорофілу a засновані на відомих питомих спектральних показниках поглинання світла хлорофілома a і основними компонентами, що заважають аналізу.

Для приготування екстракту пробу води фільтрують через мембранний фільтр з нанесеним на ньому шаром вуглекислого барію або магнію, осад роздрібнюють, пігменти екстрагують водним ацетоном з гомогенату і видаляють центрифугуванням з екстракту світловідображаючу суспензію.

При дослідженнях проби відбиралися з чотирьох ділянок на річці Ворскла: с. Петрівка, Полтавського р-ну; м. Полтава, вул. Сакко; м. Полтава, вул. Б. Хмельницького; Передмістя Полтави (8-й кілометр у Харківському напрямку).

Результати досліджень та їх обговорення

Для дослідження процесу евтрофікації води в річці Ворскла було взято проби на глибині 0,2–0,5 м від поверхні водойми (в різних районах м. Полтави та на околицях міста). Проби води бралися між 12:00 та 17:00 годинами.

Як показують результати проведених досліджень, на різних ділянках річки Ворскли, існує пряма залежність між вмістом у воді азоту та фосфору й розвитком водоростей. Чим вищий вміст у воді азоту й фосфору, тим більший вміст ціанобактерій, що, відповідно, посилює процес евтрофікації. Результати досліджень свідчать, що концентрація біогенних елементів і їхній режим залежать від інтенсивності біологічних і біохімічних процесів у водоймі та від кількості біогенів, що потрапляють у водойму зі стічними водами й поверхневим стоком на площі водозбору (рис. 1–2). Вважається, що надмірна евтрофікація водойм починається при вмісті у воді азоту в концентрації 0,2–0,3 мг/л, а фосфору – 0,01–0,02 мг/л [22].



Рис. 1. Вміст речовин на різних ділянках річки Ворскли

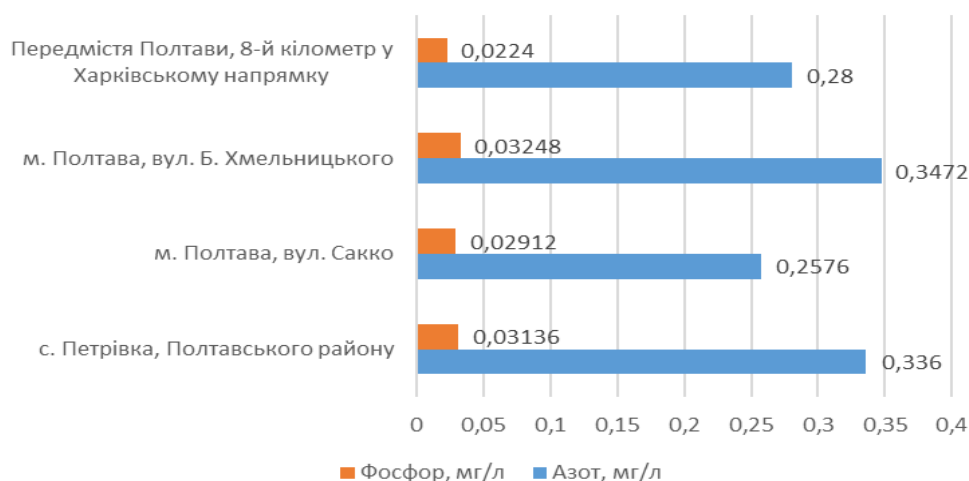


Рис. 2. Вміст біогенних речовин на різних ділянках річки Ворскли

Концентрації азоту та фосфору характеризують трофність річки. Режим біогенних елементів розглядається як вихідний показник потенціальної евтрофікації.

Для моделювання процесів евтрофікації була розроблена стаціонарна одновимірна модель. Блок-схема моделі наведена на рис. 3. Стаціонарні стани системи описуються такими змінними: концентрація хлорофілу (як характеристика концентрації фітопланктону), концентраціями ортофосфату фосфору, амонійного азоту, нітратного азоту і відновленого з донних відкладень фосфору.

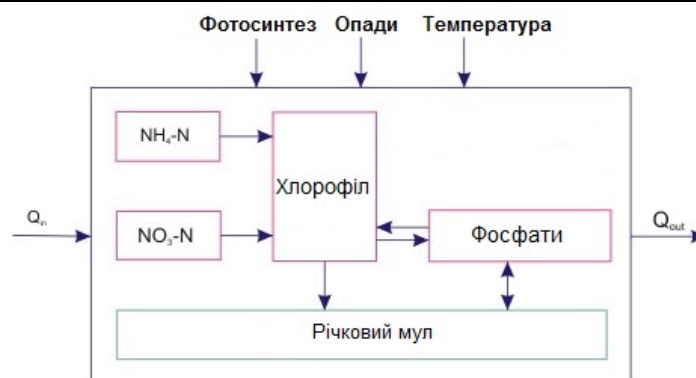


Рис. 3. Блок-схема моделі процесів евтрофікації

Ця модель була використана для моделювання динаміки поживних речовин у басейні річки Ворскла. Моделювання проводилося для двох різних ділянок: Петрівка, Полтавського району (Hv0170) та м. Полтава, вул. Б. Хмельницького (Hv0190). Як випливає з рис. 4, на динаміку фосфору впливають два різних процеси: зменшення концентрації фосфору внаслідок поглинання фітопланктону навесні діатомових водоростей і його збільшення восени внаслідок відновлення з донних відкладень.

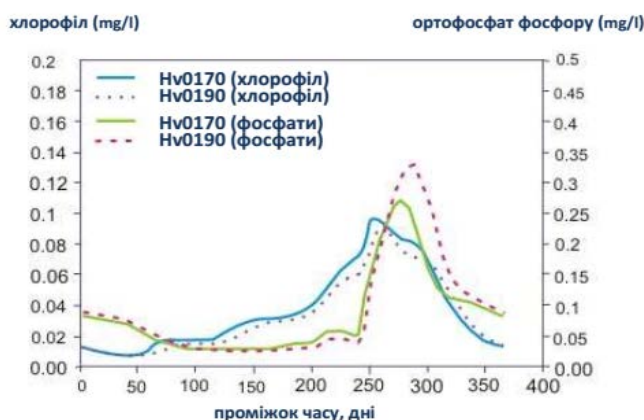


Рис. 4. Результати моделювання динаміки ортофосфату фосфору

Натомість невелике зменшення концентрації нітратного азоту спостерігається з початку року аж до кінця липня (рис. 5). Збільшення біомаси синьо-зелених водоростей зумовлює різке зменшення концентрації азоту. До кінця літа концентрація нітратів досягає початкових значень. Цей ефект пояснюється надходженням амонійного азоту зі стічними водами та переробкою бактеріями аміаку в нітрати, а також перенесенням забруднень у басейні річки.

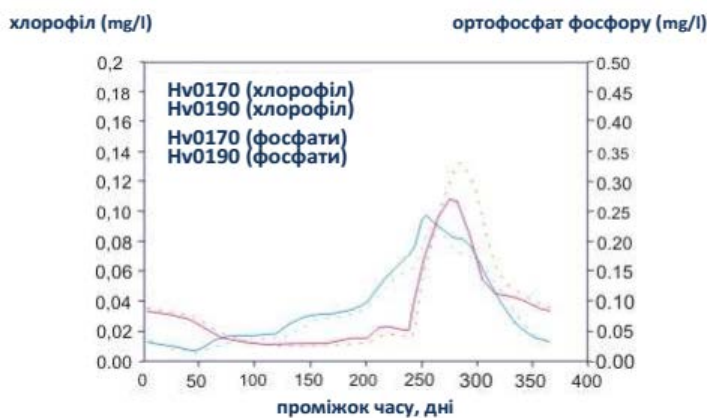


Рис. 5. Результати моделювання динаміки нітратного азоту

Для цілей управління якістю води в річці модель процесів евтрофікації була доповнена модулем оптимізації. Були розглянуті дві стратегії управління. Перша заснована на концепції ліміту поживних речовин. Друга використовує цільову функцію. Результати моделювання представлені на рис. 6 та рис. 7.

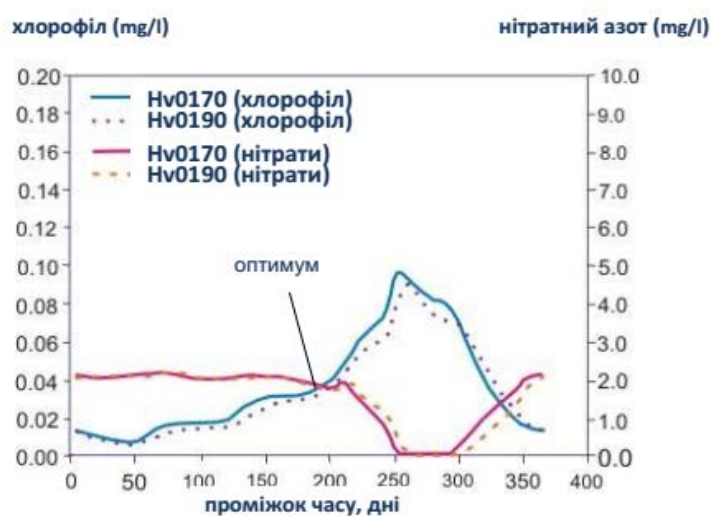


Рис. 6. Результати моделювання процесів управління якістю води на основі концепції ліміту поживних речовин

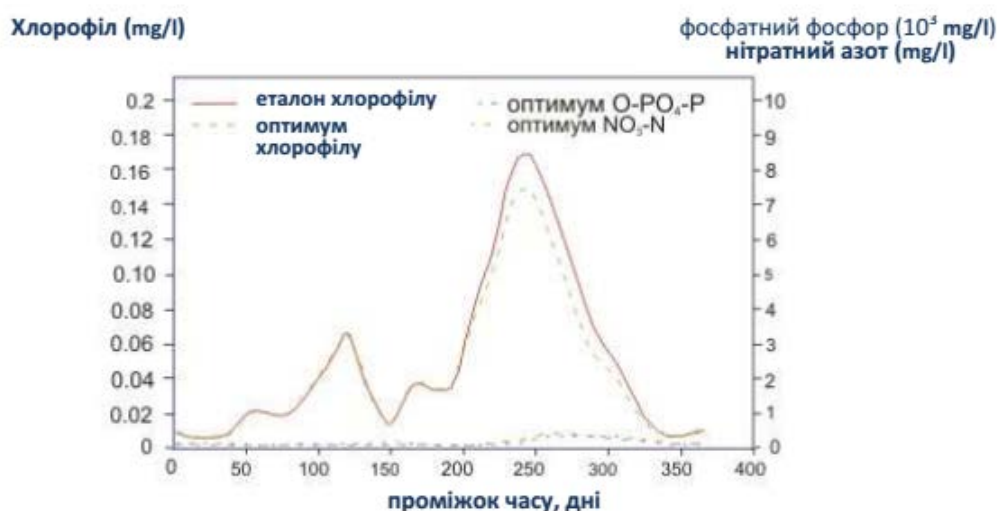


Рис. 7. Результати моделювання процесів управління якістю води на основі використання цільової функції

Аналізуючи літературні джерела, встановлено, що питаннями, пов'язаними з процесами евтрофікації водойм, у різні роки займалася велика кількість науковців з різних країн світу [23–26]. Варто зауважити, що підвищена зацікавленість науковців до цієї проблематики свідчить про перспективність розвідок у цьому напрямі, а отже, актуальність проведених нами досліджень не має сумніву.

Відмінність та унікальність проведених дослідів полягає в тому, що для експерименту з дослідження процесу евтрофікації води було використано зразки води з річки Ворскла (в різних районах м. Полтави та на околицях міста). У доступній літературі аналогічних робіт, що проводилися в цій місцевості, не виявлено.

Отже, проведені нами дослідження мають важливе теоретичне й практичне значення, адже дають змогу прогнозувати масове виникнення ціанобактерій не лише в річці Ворскла, а й в інших водоймах у літній період, та розробити заходи боротьби з цим негативним явищем.

Висновки

Результати математичного моделювання якості води свідчать, що вплив на процес лімітування евтрофікації призводить до збільшення концентрації поживних речовин і зниження концентрації фітопланктону. На динаміку фосфору також впливають два різних процеси: зменшення концентрації фосфору внаслідок поглинання фітопланктону навесні і його збільшення восени внаслідок віднов-

лення з донних відкладень. Збільшення хлорофілу (як характеристики біомаси синьо-зелених водоростей) викликає також різке зменшення концентрації азоту, майже до нуля. Проведене моделювання процесів управління якістю води (на прикладі річки Ворскла) на основі використання цільової функції, дозволило визначити оптимальний вміст біогенних речовин, що дає змогу тримати в оптимумі вміст хлорофілу. Використання стратегії, основаної на концепції ліміту поживних речовин, дозволила визначити оптимальний вміст нітратного азоту (2 мг/л і менше), при якому ріст ціанобактерій не інтенсифікується.

Перспективи подальших досліджень. Отже, подальші дослідження передбачають розробку рекомендацій щодо оптимізації параметрів, які впливають на евтрофікацію в літній період. Також на основі проведеного моделювання можливо здійснювати прогнозування масового виникнення ціанобактерій у водоймах влітку та розробляти заходи боротьби з цим негативним явищем.

References

1. Klymenko, M. O. (2006). *Monitorynh dovkillia*. Kyiv: Akademiia [In Ukrainian].
2. Yatsyk, A. V., & Shmakov, V. A. (2012). *Hidroekolohiia*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].
3. Izrael, Yu. A. (1984). *Ekologiya i kontrol sostoyaniya prirodnoj sredy*. Moskva: Gidrometeoizdat [In Russian].
4. Ferreira, J. G., Andersen, J. H., Borja, A., Bricker, S. B., Camp, J., Cardoso da Silva, M., Garcés, E., Heiskanen, A.-S., Humborg, C., Ignatiades, L., Lancelot, C., Menesguen, A., Tett, P., Hoepffner, N., & Claussen, U. (2011). Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework Directive. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 93 (2), 117–131. doi: 10.1016/j.ecss.2011.03.014.
5. Yang, X., Wu, X., Hao, H., & He, Z. (2008). Mechanisms and assessment of water eutrophication. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 9 (3), 197–209. doi: 10.1631/jzus.b0710626.
6. Cloern, J. (2001). Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*, 210, 223–253. doi: 10.3354/meps210223.
7. Smith, V. H., Joye, S. B., & Howarth, R. W. (2006). Eutrophication of freshwater and marine ecosystems. *Limnology and Oceanography*, 51 (1 part 2), 351–355. doi: 10.4319/lo.2006.51.1_part_2.0351.
8. Backer, L. C. (2002). Cyanobacterial Harmful Algal Blooms (CyanoHABs): Developing a Public Health Response. *Lake and Reservoir Management*, 18 (1), 20–31. doi: 10.1080/07438140209353926.
9. Chorus, I., & Bartram, J. (Eds.). (1999). *Toxic Cyanobacteria in Water*. doi: 10.4324/9780203478073.
10. Lahti, K., Rapala, J., Kivimäki, A.-L., Kukkonen, J., Niemelä, M., & Sivonen, K. (2001). Occurrence of microcystins in raw water sources and treated drinking water of Finnish waterworks. *Water Science and Technology*, 43 (12), 225–228. doi: 10.2166/wst.2001.0744.
11. Skulberg, O. M. (2005). Cyanobacteria/cyanotoxin research—Looking back for the future: The opening lecture of the 6th ICTC, Bergen, Norway. *Environmental Toxicology*, 20 (3), 220–228. doi: 10.1002/tox.20101.
12. Avramenko, N. I. (2014). SEZONNA MINLYVIST biohennykh rehovyn U richtsi Vorskla. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 115–120. doi: 10.31210/visnyk2014.01.28.
13. GOST 4192-82. Voda pitevaya. Metody opredeleniya mineralnykh azotsoderzhashih veshestv. (Dejstvuyushij ot 1983-01-01). (1983). Moskva [In Russian].
14. DSTU ISO 9297:2007 Yakist vody. Vyznachennia khlorydiv. Tytruvannia nitratom sribla iz zastosuvanniam khromatu yak indykatora (metod Mora) (ISO 9297:1989, IDT). (*Chynnyi vid 2009-01-01*). (2009). Kyiv [In Ukrainian].
15. GOST 4389-72. Voda pitevaya. Metody opredeleniya sodержaniya sulfatov. (Dejstvuyushij ot 2018-09-12). (2018). Moskva [In Russian].
16. GOST 18309-72. Metod opredeleniya sodержaniya polifosfatov. (Dejstvuyushij ot 2018-09-12). (2012). Moskva [In Russian].
17. PND F 14.1;2.105-97. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii letuchih fenolov v prirodnyh i ochishennyh stochnyh vodah fotometricheskim metodom. (1997). Moskva [In Russian].
18. GOST 2477-65. Neft i nefteprodukty. Metod opredeleniya sodержaniya vody (s Izmeneniyami № 1, 2, 3). (Dejstvuyushij ot 2002-02-01). (2002). Moskva [In Russian].
19. GOST 18309-2014 Voda. Metody opredeleniya fosforsoderzhashih veshestv (s Popravkoj). (Dejstvuyushij ot 2016-01-01). (2016). Moskva [In Russian].

-
20. GOST 17.1.4.02-90. Voda. Metodika spektrofotometricheskogo opredeleniya hlorofilla-a. (Dejstvuyushij ot 1991-01-01). (2019). Moskva [In Russian].
21. DSTU ISO 6060:2003. Yakist vody. Vyznachannia khimichnoi potreby v kysni (ISO 6060:1989, IDT). *Chynnyi vid 2003-06-10*. (2004). Kyiv [In Ukrainian].
22. Mathematical Modeling of Eutrophication Processes in Shallow Waters on Multiprocessor Computer System. (2016). *Bulletin of the South Ural State University. Series "Computational Mathematics and Software Engineering"*, 5 (3). doi: 10.14529/cmse160303.
23. Vysockaya, E. V., Byh, A. I., Pecherskaya, A. I., Bespalov, Yu. G., Matvienko, R. V., & Tarasova, A. L. (2018). Matematicheskoe modelirovanie vliyaniya evtrofikacii na strukturu i dinamiku otnoshenij v ozernom zooplanktone. *Sistemi Obrobki Informaciyi*, (4 (155)), 57–65. doi: 10.30748/soi.2018.155.08.
24. Porumb, F. (1992). On the development of *Noctiluca scintillans* under eutrophication of Romanian Black Sea waters. *Marine Coastal Eutrophication*, 907–920. doi: 10.1016/b978-0-444-89990-3.50078-x.
25. Ormerod, S. J. (1993). Control of eutrophication in inland waters. *Environmental Pollution*, 80(3), 309. doi: 10.1016/0269-7491(93)90057-u.

Стаття надійшла до редакції 15.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Корчагін О. П. Прогнозування процесів евтрофікації водойм на прикладі річки Ворскла. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 103–110.

© Писаренко Павло Вікторович, Корчагін Олександр Павлович, 2019

**original article** | UDC 636.02.082.32 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.14**QUALITATIVE COMPOSITION OF COW MILK OF UKRAINIAN RED-POCKMARKED DAIRY BREED****T. O. Chernyavska,**ORCID ID: [0000-0003-1296-5013](https://orcid.org/0000-0003-1296-5013), E-mail: Sklyrenko9753@ukr.net,**N. O. Izmaylova,**ORCID ID: [0000-0002-4713-5661](https://orcid.org/0000-0002-4713-5661), E-mail: natasha9753@ukr.net,

Sumy National Agrarian University, 160, G. Kondratyeva str., Sumy, 42000, Ukraine

The article analyzes the results of Ukrainian and foreign researchers on the breed characteristics of the qualitative composition of cow milk. It has been established that each breed is characterized by certain peculiarities as to the content of milk fat, protein and other components. Much attention has been paid to the presence of somatic cells in milk, which is the indicator of cow disease for mastitis. Animals of different breeds are characterized by different content of somatic cells and, accordingly, their resistance to the disease. Therefore, continuous monitoring of these signs is an important measure aimed at improving the competitiveness of dairy cattle. That is the reason for our research on the stock of Ukrainian red-pockmarked (local) dairy breed, which is kept at the state enterprise "State agro-farm "Nadiia" of the Institute of Animal Husbandry of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. Qualitative indices were determined in the laboratory of the Institute of Animal Husbandry on the equipment of Bentley firm. As a result of the conducted researches it was established that animals of the Ukrainian red-pockmarked dairy breed have low content of fat and protein in milk, which depended on the age of cows. Primiparous cows gave milk with less content of protein, casein, dry matter and skimmed milk residue than full-aged cows. The average content of somatic cells in milk corresponded to the physiological norm. With age, the content of somatic cells in animals increases. З віком сила зв'язку збільшується. The connection of different direction and level of reliability was established between separate qualitative indices of milk. A positive relationship was found between the fat and protein content of milk, fat and dry matter, protein and casein, protein and skimmed milk residue. The relationship increases with age. Reliable negative correlation was established between the number of somatic cells in milk and the content of its individual components. Further improvement of the Ukrainian red-pockmarked dairy breed has to be directed at improving milk qualitative composition.

Key words: breed, milk, correlation, lactation, fat content, protein content.**ЯКІСНИЙ СКЛАД МОЛОКА КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧЕРВОНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ****Т. О. Чернявська, Н. О. Ізмайлова,**

Сумський національний аграрний університет, вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми, 42000, Україна

У статті проаналізовано результати досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців щодо породних особливостей якісного складу молока корів. Встановлено, що кожній породі характерні певні особливості вмісту в молоці жиру, білка та інших складових. Велику увагу науковці приділяють дослідженню вмісту в молоці соматичних клітин, які є показником захворювання корів на мастит. Тварини різних порід мають різні показники їхнього вмісту, а відповідно і стійкість до цього захворювання. Тому постійний моніторинг цих ознак – важливий захід, спрямований на підвищення конкурентоспроможності молочного скотарства. Саме цим і обумовлені наші дослідження на поголів'ї української червоно-рябої молочної породи, яке утримується в ДП «ДГ АФ «Надія» ІСГПС НААН». Якісні показники визначали в лабораторії Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук України на обладнанні фірми Bentley. В результаті проведених досліджень встановлено, що

тварини української червоно-рябої молочної породи мають низький вміст жиру та білка в молоці, що залежить від віку корів. Корови-первістки поступалися за вмістом білка, казеїну, сухої речовини та сухого знежиреного молочного залишку повновіковим тваринам. Середній вміст соматичних клітин у молоці відповідав фізіологічній нормі. З віком у тварин збільшується вміст соматичних клітин. Між окремими якісними показниками молока встановлений зв'язок різного напрямку та рівня достовірності. Позитивний зв'язок встановлений між вмістом у молоці жиру та білка, жиру та сухої речовини, білка та казеїну, білка та сухого знежиреного молочного залишку. З віком сила зв'язку збільшується. Між кількістю соматичних клітин у молоці та вмістом окремих його компонентів встановлений достовірний негативний кореляційний зв'язок. Подальше вдосконалення української червоно-рябої молочної породи повинно бути спрямоване на покращення якісного складу молока.

Ключові слова: порода, молоко, кореляція, лактація, вміст жиру, вміст білка.

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МОЛОКА КОРОВ УКРАИНСКОЙ КРАСНО-ПЕСТРОЙ МОЛОЧНОЙ ПОРОДЫ

Т. А. Чернявская, Н. А. Измайлова,

Сумской национальный аграрный университет, ул. Г. Кондратьева, 160, г. Сумы, 42000, Украина

В статье проанализированы результаты отечественных и зарубежных ученых по породным особенностям качественного состава молока коров. Выяснено, что каждой породе характерны определенные характеристики по содержанию в молоке жира, белка и других составляющих. Именно этим и обусловлены наши исследования на поголовье украинской красно-пестрой молочной породе, которое содержится в ГП «ОХ АФ «Надия» ИСХСВ НААН». Качественные показатели молока определяли в лаборатории Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины на оборудовании фирмы Bentley. В результате проведенных исследований установлено, что животным украинской красно-пестрой молочной породы характерно низкое содержание жира и белка в молоке. Количество отдельных составляющих молока зависит от возраста коров. Первотелки уступали по содержанию белка, казеина, сухого вещества и сухого обезжиренного молочного остатка полновозрастным животным. Среднее содержание соматических клеток в молоке отвечало физиологической норме. Между отдельными качественными показателями молока установлена связь различного направления и уровня достоверности.

Ключевые слова: порода, молоко, корреляция, лактация, содержание жира, содержание белка

Вступ

Для забезпечення продовольчої безпеки держави, стабільного постачання населення молочними продуктами, а молокопереробні підприємства якісною сировиною в необхідних обсягах, поряд із нарошуванням виробництва продукції, особлива роль належить якості молока як основі здорового харчування населення [8, 9, 10]. За дослідженнями Н. Dobson зі співавторами [14] встановлено, що інтенсивний генетичний відбір призвів до того, що сучасний молочний худобі характерна висока молочна продуктивність. Водночас сучасне молочне скотарство залежить не тільки від кількості, але й від якості молочної сировини. Підтверджуючи це, Т. Х. Yang зі співавторами [20], G. Stocco зі співавторами [19], R. Bras [13] зазначають, що породи великої рогатої худоби мають сильний вплив на молочну продуктивність, включаючи й хімічний склад та технологічні характеристики. Дослідники зазначають, що породи великої рогатої худоби суттєво впливають на вміст білка, жиру та загальної кількості сухої речовини. Ці дані також підтверджують І. О. Полева зі співавторами [3].

М. Marchi зі співавторами [17] встановлено, що в Італії понад 75 % молока використовується для виготовлення сиру, тому хімічний склад молока є одним із найважливіших інструментів економічного розвитку молочної галузі країни. Науковцями досліджено хімічний склад молока корів голштинської, швіцької порід та їх помісей. Корови швіцької породи мали надій на 9% менше від тварин голштинської породи, але при цьому в них був вищий вміст білка, зокрема казеїну. За дослідженнями К. Evans зі співавторами [15] також встановлено, що на склад молока впливає порода та генотип корови. У проведеній роботі було досліджено склад молока в молочних корів Танзанії. Для всіх ознак молока, за винятком загального вмісту білка та казеїну в молоці, серед генетичних груп не спостерігалось суттєвих відмінностей. Вміст білка був у межах 3,18–3,40 %, казеїну 2,98–3,18. У дослідженнях М. De Marchi [16], проведених на п'яти породах великої рогатої худоби (голштинській, швіцькій,

симентальській, рендена та альпійській сірій) встановлена міжпородна різниця за вмістом жиру та білка в молоці.

Останнім часом у світовій практиці широко впроваджують схрещування корів голштинської породи з бугаями інших молочних або комбінованих порід з метою поліпшення їхніх показників продуктивності. Результати дослідження К. Ruppel зі співавторами [18] вказують на те, що схрещування сильно вплинуло на показники продуктивності та технологічну якість молока тварин першого покоління, отриманих від схрещування польських корів голштинської породи з бугаями інших молочних або комбінованих порід. Помісні тварини мають більшу кількість і вищу якість молока.

Вітчизняні науковці зазначають [3, 4, 12], що найбільшою молочною продуктивністю відзначаються тварини сучасних спеціалізованих порід молочного напрямку (голштинська, червоно-ряба молочна, чорно-ряба молочна, англєрська тощо). Основні чинники, що впливають на молочну продуктивність великої рогатої худоби, генотипові: порода, лінія, родина та паратипові: годівля, умови утримання, умови використання. Річні надої корів молочних порід становлять 4000–6000 кг з вмістом жиру в молоці 3,6–4,1 % і білка – 3,2–3,7 %. Вміст жиру й білка в молоці різних порід неоднаковий. У голштинських корів (у середньому) 3,68 % жиру, 3,31 % білка; чорно-рябих відповідно – 3,70 і 3,24; симентальських – 3,91 і 3,48; швіцьких – 3,75 і 3,41; червоних степових – 3,73 і 3,32; лебединських – 3,90 і 3,56 %. У молоці айршірської та джерсейської порід при надоях 3500–4000 кг молока вміст жиру та білка в молоці досягає відповідно 5,0–6,5 та 3,9–4,3 %.

Дослідження Ю. І. Склярєнка зі співавторами [5, 6] свідчать, що тваринам української бурої молочної породи характерні високі показники вмісту складових молока. Вміст жиру в молоці складає в ТДВ «Маяк» Сумської області 3,98 %; білка – 3,55 %; казеїну – 3,31 %. Кількість молочного жиру та білка в корів української бурої молочної породи змінювався залежно від лактації [7]. Р. В. Братушка зі співавторами [1] підтверджує, що якісні показники молочної продуктивності суттєво залежать від породи. Кількість жиру в молоці у тварин української бурої молочної породи (3,64 %) була вищою порівняно з українською чорно-рябою молочною породою (3,48 %). Вміст білка в молоці був дещо вищий у тварин української чорно-рябої молочної породи (на 0,05 %). Подібні результати отримали і Ю. І. Склярєнко зі співавтором [7], які стверджують, що порода суттєво впливає на вміст складових молока. За їхніми даними тварини української бурої молочної породи переважали тварин української чорно-рябої молочної породи за вмістом жиру, сухої речовини, сухого знежиреного молочного залишку та лактози. За даними Т. Остроумова зі співавтором [2] встановлено, що протягом лактації жирність молока в корів чорно-рябої породи коливалася від 3,85 до 3,70 % при середньому значенні 3,78 %, у корів червоної степової породи – від 3,97 до 3,75 % при середньому значенні 3,85 %, у корів симентальської породи – від 4,20 до 4,01 % при середньому значенні 4,08 % і у корів айршірської породи – від 4,25 до 4,05 % при середньому значенні 4,15 %. За вмістом білка в молоці варто відзначити айршірську і симентальську породи, у яких воно склало в середньому 3,56 і 3,48 %.

Тому, на нашу думку, дослідження хімічного складу молока корів вітчизняних порід є актуальним.

Метою роботи є: виявити породні особливості якості молока корів української червоно-рябої молочної породи. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні *завдання*: дослідити вміст окремих компонентів молока; встановити вплив віку тварин на вміст окремих складових молока, дослідити наявність зв'язку між вмістом окремих компонентів молока.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проведені в державному племінному репродукторі Дослідного господарства Агрофірми «Надія» Інституту сільського господарства Північного Сходу Національної академії аграрних наук України на 75 тваринах української червоно-рябої молочної породи. Дослід відбувався за умови однакової годівлі на рівні 45 ц к.о./рік. Молочну продуктивність оцінювали шляхом щомісячних контрольних доїнь з відбором проб молока. Якісні показники визначали в лабораторії Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук України на обладнанні фірми Bentley. Досліджували відсоток жиру, відсоток білка, зокрема казеїну, відсоток сухої речовини, сухого знежиреного залишку, вміст соматичних клітин. Біометричну обробку результатів проводили за методикою М. О. Плохінського з використанням програмного забезпечення Statistica 6.0 [11].

Результати досліджень та їх обговорення

Встановлено, що як первістки, так і повновікові тварини української червоно-рябої молочної породи мали невисокі показники вмісту жиру в молоці (табл. 1).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

1. Якісні показники первісток та повновікових корів

Показники	Корови-первістки	Повновікові тварини
<i>Вміст:</i>		
жиру в молоці, %	3,35±0,07	3,50±0,04
білка в молоці, %	3,02±0,02*	3,12±0,03
в т.ч. казеїну, %	2,81±0,032*	2,96±0,036
лактози, %	4,73±0,02	4,69±0,01
сухої речовини, %	11,8±0,07*	12,2±0,089
сухого знежиреного молочного залишку, %	8,44±0,03***	8,74±0,03
Соматичних клітин	257,0±55,6	260,9±57,5

Примітки: * – $P < 0,05$; *** – $P < 0,001$ – порівняння до повновікових тварин.

Корови-первістки мали вміст жиру в молоці менше 3,40 %. За вмістом білка та казеїну в молоці встановлена достовірна різниця між первістками та повновіковими тваринами (відповідно 0,10 % та 0,15 %).

Повновікові тварини також переважали первісток за вмістом білка в молоці ($P < 0,05$). Результати свідчать, що повновікові тварини мають перевагу від молодих тварин за вмістом сухої речовини та сухого знежиреного залишку відповідно на 0,4 та 0,3 %.

Наступним кроком наших досліджень було встановити наявність між окремими якісними показниками молока взаємозв'язків (табл. 2).

2. Кореляція між якісними показниками молочної продуктивності, $g \pm m$

Поєднання	Корови-первістки n=34	Повновікові тварини n=45
Жир х білок	0,18±0,09*	0,23±0,08*
Жир х казеїн	0,16±0,09	0,25±0,10*
Жир х суха речовина	0,91±0,01***	0,95±0,01***
Жир х СЗМЗ	0,00±0,10	0,02±0,08
Білок х казеїн	0,99±0,01***	0,99±0,02***
Білок х суха речовина	0,42±0,08***	0,48±0,12***
Білок х СЗМЗ	0,61±0,06***	0,65±0,04***
Вміст соматичних клітин х жир	0,05±0,10	0,10±0,09
Вміст соматичних клітин х білок	0,18±0,09*	0,23±0,07**
Вміст соматичних клітин х суха речовина	-0,07±0,09	-0,12±0,08
Вміст соматичних клітин х СЗМЗ	-0,31±0,09*	-0,29±0,10**
Вміст соматичних клітин х лактоза	-0,22±0,09*	-0,30±0,10**

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

У результаті досліджень з'ясовано, що коефіцієнти кореляції між вмістом жиру та вмістом білка в молоці, сухої речовини та сухого знежиреного молочного залишку були позитивні та вірогідні. Відповідно, проводячи селекцію за окремим показником, ми можемо покращити й інші, які позитивно корелюють з ним. Негативні достовірні коефіцієнти кореляції встановлені між вмістом соматичних клітин у молоці та вмістом сухої речовини, сухого знежиреного молочного залишку та лактози. Це підтверджує, що при захворюванні корів на мастит якість молока погіршується.

Нами встановлено, що тварини української червоно-рябої молочної породи мали низький вміст складових молока. За повідомленням Ю. І. Скляренка зі співавтором [7] подібні дані характерні й українській чорно-рябій молочної породи (вміст жиру 3,38 %, білка 3,20 %). У результаті досліджень виявлено, що повновікові тварини відрізнялися від первісток кращими показниками вмісту окремих складових молока. Протилежні результати отримані й Р. В. Братушка зі співавторами [1]. Вони стверджують, що з віком у тварин української бурої молочної та української червоно-рябої молочної породи вміст окремих складових молока зменшується.

Окремим сьогоденним питанням цієї проблематики є вміст соматичних клітин у молоці. З віком тварин цей показник майже не змінився і є фізіологічно нормальним. У дослідженнях Р. В. Братушка зі співавторами [1] підтверджено, що з віком у тварин підвищується вміст соматичних клітин у моло-

ці. У тварин української бурої молочної породи ця різниця складала 197 %, а української чорно-рябої молочної породи – 160 %.

При селекції певних фізіологічних ознак важливо знати ступінь і напрям їх зв'язку з іншими господарськи корисними особливостями. Визначення кореляції дає змогу виявити ці взаємозв'язки, що необхідно для подальшого селекційного удосконалення порід. Р. В. Братушка зі співавторами [1] встановили, що між жиром та білком, жиром та казеїном, жиром та сухою речовиною, жиром та сухим знежиреним молочним залишком, білком і сухою речовиною, білком та сухим знежиреним молочним залишком наявні позитивні та високовірогідні кореляційні зв'язки. Ю. І. Скляренко зі співавтором [7] стверджують, що при збільшенні кількості соматичних клітин у молоці зменшується вміст жиру, білка, казеїну, сухої речовини, сухого знежиреного молочного залишку у тварин української бурої молочної породи.

Висновки

Тварини української червоно-рябої молочної породи характеризувалися задовільними якісними показниками молочної продуктивності. Вміст жиру та білка в молоці невисокі. Результати проведених досліджень свідчать, що якісний склад молока залежить від віку тварин. З віком у молоці тварин збільшується вміст білка на 0,10 %; казеїну на 0,15 %; сухої речовини на 0,04 %; сухого знежиреного молочного залишку на 0,30 %. Виявлено різні за напрямом та силою взаємозв'язки – від низьких від'ємних до високих позитивних.

Перспективи подальших досліджень пов'язані зі встановленням сили впливу генотипових та паратипових чинників на вміст складових молока корів української червоно-рябої молочної породи.

References

1. Bratushka, R. V., Sklyarenko, Yu. I., & Chernyavska, T. O. (2007). Yakisnij sklad moloka koriv ukrayinskoyi buroyi molochnoyi porodi ta sumskogo vnutrishnoporodnogo tipu ukrayinskoyi chorno-ryaboyi molochnoyi porodi. *Problemi Zoonzheneriyi ta Veterinarnoyi Medicini. Seriya: Silskogospodarski Nauki*, 22, 249–253 [In Ukrainian].
2. Ostroumova, T. A., & Ivanov, I. V. (2009). Vliyanie porod skota na sostav moloka i proizvodstvo syra. *Tehnika i Tehnologiya Pishevyh Proizvodstv*, 3, 55–63 [In Ukrainian].
3. Polyeva, I. O., Dolgay, M. M., Kalashnikov, V. O., & Kurepin, O. O. (2018). Porivnyalna charakteristika aminokislotnogo skladu moloka z rizmimi tehnologichnimi karakteristikami. *Naukovo-Tekhnichnij Byuleten IT NAAN*, 119, 122–128 [In Ukrainian].
4. Prihodko, M. F. (2009). Ocinka produktivnosti ta tehnologichnih vlastivostej moloka novostvorenih porid i tipiv hudobi pivnichno-shidnogo regionu Ukrayini. *Candidate's thesis*. Hersonskij derzhavnij agrarnij universitet, Herson [In Ukrainian].
5. Sklyarenko, Yu. I., Chernyavska, T. O., & Bondarchuk, L. V. (2015). Doslidzhennya yakisnogo skladu moloka koriv ukrayinskoyi buroyi molochnoyi porodi. *Rozvedennya I Genetika Tvarin*, 53, 185–190 [In Ukrainian].
6. Sklyarenko, Y. (2018). Features of milk productivity of cows of Ukrainian brown dairy breed and the influence of genotypical and paratypical factors on its formation. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 20 (89), 8–16. doi: 10.32718/nvlvet8902.
7. Sklyarenko, Yu. I., & Chernyavska, T. O. (2018). Zmini vmistu skladovih moloka pri zahvoryuvanni koriv na mastit. *Visnik Sumskogo Nacionalnogo Agrarnogo Universitetu*, 1 (22), 66–68 [In Ukrainian].
8. Smolyar, V. I. (2011). Kompleks zahodiv z pidvishennya yakosti moloka. *Visnik Dnipropetrovskogo DAU*, 2, 151–155 [In Ukrainian].
9. Tkachuk, V. P. (2011). Molochna produktivnist velikoyi rohatoyi hudobi ta faktori, sho yiyi viznachayut. *Tehnologiya Virobnictva i Pererobki Produkciyi Tvarinnictva*, 6, 38–41 [In Ukrainian].
10. Fyl, S. I., Fedorovych, E. I., & Bodnar, P. V. (2019). Milk productivity of cows-daughters from different bulls. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 21 (90), 68–75. doi: 10.32718/nvlvet-a9012.
11. Carenko, O. M., Zlobin, Yu. A., Sklyar, V. G., & Panchenko, S. M. (2000). *Komp'yuterni metodi v silskomu gospodarstvi ta biologiyi : navchalnij posibnik*. Sumi: «Universitetska kniga» [In Ukrainian].
12. Chumel, R. A. (2004). Genetiko-biohimichni ta produktivni osoblivosti hudobi pivnichno-shidnogo regionu Ukrayini. *Candidate's thesis*. In-t rozvedennya i genetiki tvarin, Chubinske [In Ukrainian].
13. Gonzalez, H. de L., Velho, I. M. P. H., Silva, M. A. da, Medeiros, R. B. de, Paim, N. R., & Nörnberg, J. L. (2009). Milk quality of Jersey cows kept on winter pasture supplemented or not with concentrate.

Revista Brasileira de Zootecnia, 38 (10), 1983–1988. doi: 10.1590/s1516-35982009001000018.

14. Dobson, H., Smith, R., Royal, M., Knight, C., & Sheldon, I. (2007). The High-producing Dairy Cow and its Reproductive Performance. *Reproduction in Domestic Animals*, 42 (s2), 17–23. doi: 10.1111/j.1439-0531.2007.00906.x.

15. Cheruiyot, E. K., Bett, R. C., Amimo, J. O., & Mujibi, F. D. N. (2018). Milk Composition for Admixed Dairy Cattle in Tanzania. *Frontiers in Genetics*, 9. doi: 10.3389/fgene.2018.00142.

16. De Marchi, M., Bittante, G., Dal Zotto, R., Dalvit, C., & Cassandro, M. (2008). Effect of Holstein Friesian and Brown Swiss Breeds on Quality of Milk and Cheese. *Journal of Dairy Science*, 91 (10), 4092–4102. doi: 10.3168/jds.2007-0788.

17. De Marchi, M., Dal Zotto, R., Cassandro, M., & Bittante, G. (2007). Milk Coagulation Ability of Five Dairy Cattle Breeds. *Journal of Dairy Science*, 90 (8), 3986–3992. doi: 10.3168/jds.2006-627.

18. Puppel, K., Bogusz, E., Gołębiewski, M., Nałęcz-Tarwacka, T., Kuczyńska, B., Slósarz, J., Budziński, A., Solarczyk, P., Kunowska-Slósarz, M., & Przysucha, T. (2017). Effect of Dairy Cow Crossbreeding on Selected Performance Traits and Quality of Milk in First Generation Crossbreds. *Journal of Food Science*, 83 (1), 229–236. doi: 10.1111/1750-3841.13988.

19. Stocco, G., Cipolat-Gotet, C., Bobbo, T., Cecchinato, A., & Bittante, G. (2017). Breed of cow and herd productivity affect milk composition and modeling of coagulation, curd firming, and syneresis. *Journal of Dairy Science*, 100 (1), 129–145. doi: 10.3168/jds.2016-11662.

20. Yang, T. X., Li, H., Wang, F., Liu, X. L., & Li, Q. Y. (2013). Effect of Cattle Breeds on Milk Composition and Technological Characteristics in China. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26 (6), 896–904. doi: 10.5713/ajas.2012.12677.

Стаття надійшла до редакції 13.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Чернявська Т. О., Ізмайлова Н. О. Якісний склад молока корів української червоно-рябої молочної породи. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 111–116.

© Чернявська Тетяна Олексіївна, Ізмайлова Наталія Олександрівна, 2019



original article | UDC 602.4:664.38:637.146 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.15

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF NATIVE CULTURE AND IMMOBILIZED CULTURE ON MODIFIED PECTIN FOR YOGHURT AT DIFFERENT TIME AND STORAGE CONDITIONS**A. H. Vovkohon,**ORCID ID: [0000-0002-0521-2737](https://orcid.org/0000-0002-0521-2737), E-mail: alinavovk1@ukr.net,

Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1, Soborna square, 09117, Ukraine

The presence of living microorganisms in the cultures for cultured milk drinks including yoghurt requires their regulated storage conditions. Native lactic acid bacteria have relatively short storage time. The storage time and the resistance of yoghurt culture microorganisms to inhibiting factors can be increased by cells immobilization. Thus, the research objective was to study the influence of storage conditions and time on the activity of the culture immobilized on modified pectin and native culture for yoghurt. The experimental culture samples were stored in refrigerator at the temperature of 3–4 °C and at room temperature (18–22 °C) for 42 months. Every 6 months the culture samples were taken and put into standardized milk. The fermentation was done during 8 hours by thermostat method. Sensor analysis was made and the titrated acidity of the final product of fermentation with native and immobilized cultures for yoghurt was defined. The appearance, consistency and flavor of yoghurt obtained by means of native and immobilized cultures stored at 3–4 °C and used after 6–24 months were the same. The final products had a distinct cultured milk taste without any foreign flavor, moderately viscous formed milk clot. The selected samples of native culture from refrigerator stored for 30 months were not good for obtaining yoghurt of high quality. The final product had a viscous consistency with the taste of acid milk. Using the culture immobilized on modified pectin taken from refrigerator after 30–42 months of storage enabled to receive high quality yoghurt according to sensor indices. The activity of native culture stored at room temperature was stable during 18 months and the activity of immobilized culture made 36 months. It was experimentally proved that titrated yoghurt acidity produced with native culture stored for 24 months in refrigerator and 18 months at the temperature 18–22 °C corresponded to the standard requirements and made within 89.5–93.2 °T. The similar acidity of cultured milk products was established while using immobilized yoghurt culture samples taken after 42 months of storage in refrigerator and after 36 months of storing at room temperature. Thus, the immobilization of yoghurt culture microorganisms on modified pectin favors the prolongation of their storage time (shelf life) both at room temperature and in refrigerator.

Key words: native culture for yoghurt, immobilized culture for yoghurt, modified pectin, sampling, yoghurt consistency, yoghurt flavor.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАТИВНОЇ І ІММОБІЛІЗОВАНОЇ НА МОДИФІКОВАНОМУ ПЕКТИНІ ЗАКВАСКИ ДЛЯ ЙОГУРТУ ЗА РІЗНОГО ЧАСУ І УМОВ ЗБЕРІГАННЯ**А. Г. Вовкогон,**

Білоцерківський національний аграрний університет, пл. Соборна, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна

Наявність у заквасках для кисломолочних напоїв, зокрема і йогурту живих мікроорганізмів вимагає регламентованих умов їхнього зберігання. Нативні кисломолочні бактерії мають відносно короткий термін зберігання. Подовжують час зберігання й підвищують стійкість мікроорганізмів заквасок йогурту до інгібуючих факторів за допомогою іммобілізації клітин. Тому задачею досліджень було встановлення впливу умов і часу зберігання на активність іммобілізованої на модифікованому пектині й нативної закваски для йогурту. Дослідні зразки заквасок зберігали в холодильнику за температури 3–4 °C і за кімнатної температури (18–22 °C) впродовж 42 місяців. Через кожні 6 місяців

відбирали проби заквасок і вносили їх у нормалізоване молоко. Сквашування виконували впродовж 8 годин термостатним способом. Проводили сенсорний аналіз та визначали титровану кислотність кінцевого продукту сквашування нативною і іммобілізованою заквасками для йогурту. Зовнішній вид, консистенція і смак йогурту, одержаного за допомогою нативної та іммобілізованої заквасок, які зберігали за температури 3–4 °C і відбирали через 6–24 місяці були однаковими. Кінцеві продукти мали чітко виражений кисломолочний смак без сторонніх присмаків, помірно в'язкий, сформований молочний згусток. Відібрані проби нативної закваски з холодильника, які зберігалися 30 місяців, не дали змоги отримати якісний йогурт. Кінцевий продукт мав тягучу консистенцію зі смаком прокислого молока. За умови внесення іммобілізованих на модифікованому пектині заквасок, відібраних з холодильника через 30–42 місяці зберігання, було одержано якісний за сенсорними показниками йогурт. За кімнатної температури зберігання активність нативної закваски була сталою протягом 18-ти, а іммобілізованої закваски протягом 36-ти місяців. Експериментально виявлено, що титрована кислотність йогуртів, для виготовлення яких використовували нативні закваски, які зберігали 24 місяці в холодильнику та 18 місяців за температури 18–22 °C відповідала нормативним вимогам і була в межах 89,5–93,2 °T. Аналогічна кислотність кисломолочних продуктів була виявлена за умови використання іммобілізованих проб заквасок йогурту, відібраних через 42 місяці зберігання у холодильнику та 36 місяців зберігання за кімнатної температури. Отже, іммобілізація мікроорганізмів заквасок йогурту на модифікованому пектині сприяє пролонгуванню їхнього терміну зберігання (придатності) як за кімнатної температури, так і в холодильнику.

Ключові слова: нативна закваска для йогурта, іммобілізована закваска для йогурта, модифікований пектин, відбір проб, консистенція йогурту, смак йогурту.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАТИВНЫХ И ИММОБИЛИЗОВАННЫХ НА МОДИФИЦИРОВАННОМ ПЕКТИНЕ ЗАКВАСОК ДЛЯ ЙОГУРТА ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ И ПЕРИОДАХ ХРАНЕНИЯ

А. Г. Вовкогон,

Белоцерковский национальный аграрный университет, пл. Соборная, 8/1, г. Белая Церковь, 09117, Украина

Задачей исследований было установление влияния условий и времени хранения на активность иммобилизованной на модифицированном пектине и нативной закваски для йогурта. Обнаружено, что внешний вид, консистенция и вкус йогурта, полученного с помощью нативной и иммобилизованной заквасок, которые сохраняли при 3–4 °C и отбирали через 6–24 месяцев, были одинаковыми. Конечные продукты имели четко выраженный кисломолочный вкус и консистенцию. Отобранные пробы нативной закваски из холодильника, которые хранились 30 месяцев, не позволили получить качественный йогурт. При внесении иммобилизованных заквасок, отобранных из холодильника после 30–42 месяцев хранения, были получены качественные по сенсорным показателям йогурты. При комнатной температуре хранения активность нативной закваски была постоянной в течение 18-ти, а иммобилизованной закваски в течение 36-ти месяцев. В образцах йогурта, где с помощью заквасок был сформирован умеренный сгусток, титруемая кислотность составляла от 85,7 до 93,2 °T. Иммобилизация микроорганизмов заквасок способствует пролонгированию их срока хранения как при комнатной температуре, так и в холодильнике.

Ключевые слова: нативная закваска для йогурта, иммобилизованная закваска для йогурта, модифицированный пектин, отбор проб, консистенция йогурта, вкус йогурта.

Вступ

Йогурти відносяться до одних з найпопулярніших кисломолочних ферментованих напоїв у нашій державі і у світі. Цей харчовий продукт поряд із привабливими смаковими якостями має позитивний вплив на здоров'я людини [13, 14, 21]. Для виробництва йогуртів використовується здебільшого коров'яче молоко після пастеризації та культура мікроорганізмів *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii subsp* [5, 12, 15, 20].

Мікроорганізми закваски для йогурту мають пробіотичні якості, які запобігають дії шкідливих бактерій у порожнині кишечника [1, 9, 16, 17, 18]. Закваски, які використовуються для виробництва йогурту, представляють собою висушену культуру конгломерату мікроорганізмів [1, 22]. Зберігають такі закваски у спеціальних умовах. Нормативний час зберігання заквасок 12 місяців, якщо порушити

умови зберігання, придатність заквасок знижується. Проте існує безліч факторів, які негативно впливають на життєдіяльність мікроорганізмів закваски для йогурту, а саме: кислотність середовища (рН), мікробні забруднення та температура зберігання [11, 19, 22].

Одним із шляхів пролонгування часу експлуатації мікроорганізмів заквасок для кисломолочних продуктів є їх іммобілізація [10, 23]. Невивченим є питання часу збереження активності мікроорганізмів заквасок для йогурту, іммобілізованих на модифікованому пектині за різних умов зберігання.

Метою досліджень є встановлення впливу часу та температури зберігання іммобілізованих та нативних заквасок йогурту на їхню здатність сквашувати молоко. Серед *завдань* досліджень: виявлення переваг іммобілізованої на модифікованому пектині закваски йогурту над її нативною формою щодо умов та тривалості зберігання.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження щодо збереження активності іммобілізованої на модифікованому пектині та нативної закваски для йогурту проводили протягом різного часу зберігання. Нативну і іммобілізовану закваску для йогурту зберігали в холодильнику (3–4 °С) і за кімнатної температури (18–22 °С) (табл. 1 і 2). Для експериментів відбиралося молоко від корів із титрованою кислотністю 16–18 °Т [4]. Молоко нормалізували до масової частки жиру в ньому 3,2±0,05 %.

1. Відбір проб заквасок, які зберігали за температури 3–4 °С

Закваска	
Нативна	Іммобілізована на модифікованому пектині
Відбір проб після 6 місяців зберігання	Відбір проб після 6 місяців зберігання
Відбір проб після 12 місяців зберігання	Відбір проб після 12 місяців зберігання
Відбір проб після 18 місяців зберігання	Відбір проб після 18 місяців зберігання
Відбір проб після 24 місяців зберігання	Відбір проб після 24 місяців зберігання
Відбір проб після 30 місяців зберігання	Відбір проб після 30 місяців зберігання
Відбір проб після 36 місяців зберігання	Відбір проб після 36 місяців зберігання
Відбір проб після 42 місяців зберігання	Відбір проб після 42 місяців зберігання

Через кожні 6 місяців відбирали проби заквасок і виготовляли з ними йогурт. Об'єм молока в кожному зразку становив по 150,0 см³.

2. Відбір проб заквасок, яких зберігали за кімнатної температури 18–22 °С

Закваска	
Нативна	Іммобілізована на модифікованому пектині
Відбір проб після 6 місяців зберігання	Відбір проб після 6 місяців зберігання
Відбір проб після 12 місяців зберігання	Відбір проб після 12 місяців зберігання
Відбір проб після 18 місяців зберігання	Відбір проб після 18 місяців зберігання
Відбір проб після 24 місяців зберігання	Відбір проб після 24 місяців зберігання
Відбір проб після 30 місяців зберігання	Відбір проб після 30 місяців зберігання
Відбір проб після 36 місяців зберігання	Відбір проб після 36 місяців зберігання
Відбір проб після 42 місяців зберігання	Відбір проб після 42 місяців зберігання

Молоко за умови дії закваски сквашували термостатним методом. Температура в термостаті становила 36,0±0,45 °С. Період термостатування тривав 8 годин.

Сенсорні показники (консистенцію, смак та зовнішній вигляд) йогуртів оцінювали згідно з нормативним документом [3, 6], титровану кислотність визначали згідно з ГОСТ 3624 [4]. Експериментальні дані були біометрично оброблені за Монцевічюте-Ерингене. Вірогідність різниці між показниками визначали за критеріями Стьюдента [7].

Результати досліджень та їх обговорення

Застосування нативної закваски через 6 місяців зберігання за температури 3–4 °С дало змогу одержати йогурт із сформованим, однорідним згустком, вираженим натуральним смаком. Сторонніх присмаків не виявлено. Аналогічний кінцевий продукт було одержано за умови використання іммобілізованої закваски для йогурту. Зовнішній вид, консистенція і смак йогурту відповідав нормативним вимогам (табл. 3 і 4).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

3. Органолептичні показники продукту сквашування молока нативною закваскою для йогурту, яку зберігали за температури 3–4 °C

Варіант (відбір проб)	Зовнішній вид і консистенція	Смак
Після 6 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 12 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 18 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 24 місяці зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 30 місяців зберігання	Злегка тягуча, однорідна біла, непрозора рідина	Без сторонніх присмаків злегка прокислого молока
Після 36 місяців зберігання	Однорідна, непрозора, біла рідина	Свіжого коров'ячого молока після пастеризації
Після 42 місяців зберігання	Однорідна, непрозора, біла рідина	Свіжого коров'ячого молока після пастеризації

Внесення у зразки молока проб нативної та іммобілізованої закваски через 12 місяців зберігання дало змогу отримати йогурти високої якості. За органолептичними показниками продукти не відрізнялись один від одного і відповідали нормам.

4. Органолептичні показники продукту сквашування молока іммобілізованою закваскою для йогурту, яку зберігали за 3–4 °C

Варіант (відбір проб)	Зовнішній вид і консистенція	Смак
Після 6 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 12 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 18 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 24 місяці зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 30 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 36 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 42 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.

За смаком, консистенцією та зовнішнім видом йогурти, які були виготовлені з нативною й іммобілізованою заквасками, які зберігали протягом двох років, були ідентичні продуктам, одержаним із заквасок, термін зберігання яких становив 6 місяців. Встановлено, що після внесення в молоко нативної закваски, яку зберігали впродовж 30 місяців, у кінцевого продукту була злегка тягуча консистенція. Молоко після ферментації мало злегка прокислий смак. Цей продукт за органолептичними озна-

ками не відповідав вимогам для виготовлення йогурту.

Застосування після 30 місяців зберігання іммобілізованої на модифікованому пектині закваски дало можливість отримати йогурт із помірним рівномірним згустком без активного відділення сироватки й утворення газів. Цей продукт мав натуральний виражений кисломолочний смак.

Доведено, що застосування нативної закваски після 36 та 42 місяців зберігання за температури 3–4 °С не спричинило ферментування молока. Кінцевий продукт за зовнішнім виглядом та смаком нічим не відрізнявся від свіжого молока після пастеризації.

Стабільність активності нативної та іммобілізованої закваски для йогурту перевіряли за умови її збереження за температури 18–22 °С. Піврічне зберігання заквасок не вплинуло на їхню активність, в обох випадках кінцевий продукт сквашування молока за органолептичними показниками відповідав нормативним вимогам (табл. 5 і 6).

5. Органолептичні показники продукту сквашування молока нативною закваскою для йогурту, яку зберігали за температури 18–22 °С

Варіант (відбір проб)	Зовнішній вид і консистенція	Смак
Після 6 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 12 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 18 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 24 місяці зберігання	Злегка тягуча, однорідна біла, непрозора рідина	Без сторонніх присмаків злегка прокислого молока
Після 30 місяців зберігання	Однорідна, непрозора, біла рідина	Свіжого коров'ячого молока після пастеризації
Після 36 місяців зберігання	Однорідна, непрозора, біла рідина	Свіжого коров'ячого молока після пастеризації
Після 42 місяців зберігання	Однорідна, непрозора, біла рідина	Свіжого коров'ячого молока після пастеризації

Сквашування молока нативною закваскою (час зберігання 12 місяців) дозволило отримати кінцевий продукт із натуральним кисломолочним смаком та добре сформованим згустком. За зовнішніми ознаками йогурт, отриманий з використанням іммобілізованої закваски, яку зберігали 12 місяців, був аналогічний продукту, отриманому із нативною закваскою.

Внесення в молоко нативної й іммобілізованої закваски після 18 місяців зберігання дало змогу отримати високоякісний йогурт. За умови зберігання нативної закваски впродовж 24 місяців додавання її в молоко не призвело до утворення якісного йогурту. Молоко стало лише тягуче і прокисле. Використання іммобілізованої закваски після 24 місяців зберігання не вплинуло на її активність. Дія нативної закваски після 30 місяців зберігання припинялася. Звертання молока не було виявлено. За кімнатної температури впродовж 30 та 36 місяців іммобілізована закваска зберігала свою активність. Виготовлений з її додаванням йогурт мав гарні органолептичні показники. За смаком та консистенцією кисломолочний продукт, виготовлений із закваски, яку зберігали 42 місяці, не відповідав вимогам. Згусток молока був рідким.

Титрована кислотність йогурту, виготовленого з нативної та іммобілізованої заквасок (зберігання 6–24 місяців за температури 3–4 °С), була в межах 81,2–95,3 °Т, що відповідало встановленим нормам для цього продукту (табл. 7).

Кінцевий продукт, виготовлений з додаванням нативної закваски, яку зберігали 30 місяців, мав меншу титровану кислотність у 2,3 рази порівняно з кислотністю йогурту, виготовленого із закваскою, яку зберігали лише 6 місяців. Титрована кислотність молока після сквашування його з нативною закваскою, яку зберігали 36 місяців, була меншою у 4,5 рази відносно варіанту, де аналогічну закваску зберігали півроку. Виготовлений йогурт з додаванням іммобілізованої закваски (час збереження 42 місяці) мав титровану кислотність на рівні 93,4 °Т.

6. Органолептичні показники продукту сквашування молока іммобілізованою закваскою для йогурту, яку зберігали за температури 18–22 °C

Варіант (відбір проб)	Зовнішній вид і консистенція	Смак
Після 6 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 12 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 18 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 24 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 30 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 36 місяців зберігання	Чітко сформований, однорідний, білий згусток із помірною в'язкістю	Виражений натуральний кисломолочний. Сторонніх присмаків не виявлено.
Після 42 місяців зберігання	Рідкий, слабосформований згусток.	Кисломолочний, слабо виражений. Сторонніх присмаків не відчувалося.

7. Кислотність кінцевого продукту сквашування молока різними заквасками для йогурту, °T, M±t, n=4

Варіант (відбір проб)	Зберігання закваски за температури			
	3–4 °C (нативна)	3–4 °C (іммобілізована)	18–22 °C (нативна)	18–22 °C (іммобілізована)
Після 6 місяців зберігання	87,6±1,23	95,3±2,23	89,5±1,23	90,3±2,50
Після 12 місяців зберігання	89,9±2,43	92,1±1,14	92,5±2,19	93,4±1,40
Після 18 місяців зберігання	93,2±0,95	95,1±1,50	90,5±1,05	95,3±3,15
Після 24 місяців зберігання	81,2±2,13*	92,3±2,40	43,2±1,16***	89,7±1,20
Після 30 місяців зберігання	38,7±2,21***	89,3±1,16	18,6±2,18***	92,8±2,50
Після 36 місяців зберігання	19,3±1,05***	90,2±1,50	19,0±2,10***	85,7±1,16
Після 42 місяців зберігання	19,7±1,54***	93,4±2,40	18,4±0,50***	62,4±2,54

Примітки: * – (p<0,05); *** (p<0,001) порівняно з результатами, одержаними у разі використання іммобілізованої закваски

Використання іммобілізованої та нативної закваски після 6–18 місяців зберігання за температури 18–22 °C дає можливість отримати йогурт із титрованою кислотністю 89,5–95,3 °T, що відповідає нормативним вимогам. Збільшення часу зберігання нативної закваски на півроку призводило до того, що кислотність кінцевого продукту знижувалася вдвічі. Виявлено, що іммобілізація закваски для йогурту дозволяє збільшити час її використання на 18 місяців порівняно з нативною формою.

Порівнюючи титровану кислотність кінцевих продуктів сквашування нативними заквасками, які зберігали від 30 до 42 місяців (температура зберігання 3–4 °C та 18–22 °C) з продуктами сквашування молока іммобілізованими заквасками, встановлено, що в разі використання нативних заквасок кислотність була меншою відповідно у 2,3–4,7 та 3,4–4,8 рази (p<0,001) відносно даних показників, отриманих у групах, де застосовували іммобілізовані закваски.

Обговорення. Підвищення стійкості і часу зберігання заквасок для йогуртів має науково-господарське значення. Одним із способів пролонгування дії заквасок для кисломолочних продуктів є їх іммобілізація на носіях, які є харчовими добавками. Вивчаючи здатність збереження активності іммобілізованої на модифікованому пектині закваски йогурту протягом різного терміну і температурних умов зберігання, було з'ясовано низку закономірностей.

Експериментально доведено, що час збереження за умови різних температурних режимів активності нативної та іммобілізованої на модифікованому пектині закваски йогурту, різний. Якісний за сенсорними показниками йогурт можна отримати, застосовуючи нативну закваску, яку зберігали не більше 30 місяців за температури 3–4 °С. У разі підвищення температури зберігання нативної закваски до 18–22 °С час придатності закваски зменшується на 12 місяців. Під час внесення нативної закваски в молоко, яке зберігали більше 18 місяців (температура зберігання 18–22 °С), ефективного сквашування останнього не відбувалося.

Використання іммобілізованої закваски йогурту, яку зберігали за температури 3–4 °С впродовж 42 місяців дає змогу отримувати кисломолочний продукт, який відповідає нормативним документам. За допомогою іммобілізації можливо пролонгувати термін придатності закваски для йогурту за умови зберігання при температурі 18–22 °С на 18 місяців, порівнюючи з її нативною формою. Титрована кислотність зразків сквашеного молока відповідала їх якісним показникам. Отже, іммобілізація клітин мікроорганізмів закваски йогурту підвищує їхню стійкість до умов зберігання, що підтверджується також й іншими дослідниками [2, 8].

Висновки

1. Органолептичні показники йогурту, виготовленого із застосуванням закваски, іммобілізованої на модифікованому пектині, після 36 місяців її зберігання в різних температурних режимах, відповідають нормативним вимогам.

2. Іммобілізація закваски для йогурту на модифікованому пектині збільшує час її придатності на 18 місяців порівняно з нативною формою.

3. Титрована кислотність йогурту, отриманого за умови використання іммобілізованої закваски, яку зберігали 42 місяці при температурі 3–4 °С, була вищою в 4,7 рази порівняно з титрованою кислотністю продукту сквашування молока нативною закваскою, яку зберігали за аналогічних умов.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним у подальшому є дослідження використання іммобілізованої закваски йогурту для сквашування молока із вмістом інгібуючих факторів.

References

1. Bronnikova, V. V. (2015). Osobennosti proizvodstva i formirovaniya assortimenta jogurta na sovremennom etape. *Tovaroved Prodovol'stvennyh Tovarov*, 3, 28–33 [In Russian].
2. Herasymenko, V. H. (Red.). (2006). *Biotehnolohiia*. Kyiv. Firma «INKOS» [in Ukrainian].
3. GOST 28283-89. *Moloko korov'e. Metod organolepticheskoy ocenki zapaha i vksa. Data vvedeniya 2016-07-01*. (2001). Moskva [In Russian].
4. GOST 3624-92. *Moloko i molochnye produkty Titrimetricheskie metody opredeleniya kislotnosti. Data vvedeniya 2002-07-01*. (2002). Moskva [In Russian].
5. DSTU 2212:2003 *Molochna promyslovist. Vyrobnystvo moloka ta kyslomolochnykh produktiv. Terminy ta vyznachennia poniat. Chynnyi vid 2003-12-26*. (2003). Kyiv [In Ukrainian].
6. DSTU 4343:2004 *Yohurty. Zahalni tekhnichni umovy. Chynnyi vid 2005-10-01*. (2005). Kyiv [In Ukrainian].
7. Merkureva, E. K. (1970). *Biometriia v selekcii i genetike selskohoziaistvennykh zhivotnykh*. Moskva: Kolos [In Russian].
8. Pirog, T. P., Shevchuk, T. A., Voloshina, I. N., & Gregirchak, N. N. (2005). Ispolzovanie immobilizovannykh na keramzite kletok nefteokislyayuschikh mikroorganizmov dlya ochistki vodyi ot nefi. *Prikladnaya Biohimiya i Mikrobiologiya*, 41 (1), 58–63 [In Russian].
9. Romanchuk, I. O., Rudakova, T. V., Andreus, S. M., & Moiseieva L. O. (2015). Kharchova tsinnist funktsionalnoho kyslomolochnoho produktu herodiietychnoho pryznachennia. *Prodovolchi Resursy. Serii: Tekhnichni Nauky*, 4, 23–25 [In Ukrainian].
10. Skorodumova, O. V., & Rybal'skij, N. G. (1990). *Inzhenernaja jenzimologiya (immobilizovannyye fermenty i drugie biologicheskie aktivnye veshchestva)*. Moskva: VNIPI [In Russian].
11. Tverdohleb, G. V., Sazhinov, G. Ju. (2006). *Tehnologiya moloka i molochnih produktov*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
12. Kharchenko, N. V., Anokhina, H. A. (Red.). (2012). *Diietolohiia*. Kyiv. Kirovohrad: Merydian [in Ukrainian].
13. Abrar, M., Anjum, F. R., Zahoor, T., Hussain, S., & Ahmad, S. (2009). Chemical and sensory characteristics of yogurt produced by locally isolated and commercially imported starter. *Milchwissensch*, 64 (4), 392–395.

14. Ahmad, I., Gulzar, M., Shahzad, F., Yaqub, M., & Zhoor, T. (2013). Quality assessment of yogurt produced at large (industrial) and small scale. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 23 (1 Suppl.), 58–61.
15. Erdogan, A., Gurses, M., & Sert, S. (2001). Some Quality Criteria of Yogurt Made from Milk Added with Antibiotic at Different Levels. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4 (7), 886–887. doi: 10.3923/pjbs.2001.886.887.
16. Bogsan, C. S. B., Florence, A. C. R., Perina, N., Barbuti, R. C., Navarro-Rodriguez, T., Eisig, J. N., & Oliveira, M. N. (2011). RETRACTED: Probiotics intake and metabolic syndrome: A proposal. *Trends in Food Science & Technology*, 22 (8), 457–464. doi: 10.1016/j.tifs.2011.05.006.
17. Motawee, M., & Saleh, N. (2016). Effect of Starter Culture as a Source of Microbial Contamination on the Quality and Safety of Yogurt in Giza, Egypt. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 6 (5), 103–111. doi: 10.5923/j.food.20160605.01.
18. ElMalt, L., AbdelHameed, K., & Mohammed, A. (2013). Microbiological evaluation of yoghurt products in Qena city, Egypt. *Veterinary World*, 6 (7), 400–404. doi: 10.5455/vetworld.2013.400-404.
19. Mataragas, M., Dimitriou, V., Skandamis, P. N., & Drosinos, E. H. (2011). Quantifying the spoilage and shelf-life of yoghurt with fruits. *Food Microbiology*, 28 (3), 611–616. doi: 10.1016/j.fm.2010.11.009.
20. Okpalugo, J., Ibrahim, K., Izebe, K., & Inyang, U. (2008). Aspects of microbial quality of some milk products in Abuja Nigeria. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 7 (4), 1169–1177. doi: 10.4314/tjpr.v7i4.14703.
21. Serra, M., Trujillo, A. J., Guamis, B., & Ferragut, V. (2009). Flavour profiles and survival of starter cultures of yoghurt produced from high-pressure homogenized milk. *International Dairy Journal*, 19 (2), 100–106. doi: 10.1016/j.idairyj.2008.08.002.
22. Shah, N. P. (2000). Probiotic Bacteria: Selective Enumeration and Survival in Dairy Foods. *Journal of Dairy Science*, 83 (4), 894–907. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(00)74953-8.
23. Bayat, Z., Hassanshahian, M., & Cappello, S. (2015). Immobilization of Microbes for Bioremediation of Crude Oil Polluted Environments: A Mini Review. *Open Microbiol J.* 9, 48–54. doi: 10.2174/1874285801509010048.

Стаття надійшла до редакції 14.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Вовкогон А. Г. Порівняльна характеристика нативної і іммобілізованої на модифікованому пектині закваски для йогурту за різного часу і умов зберігання. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 117–126.

© Вовкогон Аліна Григорівна, 2019



original article | UDC 636.4, 612.014 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.16

CYCLIC LABILITY OF HOMEOSTASIS IN GILTS

S. O. Usenko,

ORCID ID: [0000-0001-9263-5625](https://orcid.org/0000-0001-9263-5625), E-mail: sveta_usenko@ukr.net,

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

Hormonal regulation of the body plays an important role in the formation of homeostasis and conditioning the implementation of the hereditary program during the individual development of the animal. Therefore, in recent years, the number of studies on the problems of animals' endocrine system formation and the participation of hormones in the processes of ontogenesis has especially increased. The purpose of the research was to determine the peculiarities of homeostasis formation in gilts depending on the phases of the reproductive cycle. Clinically healthy gilts of Myrhorodska pig breed at different phases of the reproduction cycle: luteal phase, estrus, and on the 15th, 20th, 30th, 60th, 90th, 104th, 113th days of pregnancy and 12 hours after farrowing, were used in the experiment. The levels of thyroxine, triiodothyronine, estradiol-17 β , progesterone and testosterone were determined in the blood serum. The state of prooxidant-antioxidant homeostasis in the blood was researched for the activity of: superoxide dismutase, catalase, xanthine oxidase; concentrations of: diene conjugates, TBA-active compounds, reduced glutathione, ascorbic and dehydroascorbic acids, vitamin A and vitamin E. It was found out that the amount of steroid hormones in the blood of gilts is labile and due to the physiological state, namely during the estrus, relative to the luteal phase the levels of thyroxine, triiodothyronine, estradiol-17 β and testosterone increased, and progesterone decreased. Such changes are accompanied by accelerating the processes of peroxide oxidation: xanthine oxidase activity increases ($p < 0.05$), the content of diene conjugates ($p < 0.05$) and TBA-active compounds are increased by 1.3 times. During the two months of pregnancy, the total concentration of thyroid and steroid hormones increases. Such metabolic shifts cause a decrease in the intensity of peroxidation processes. Before farrowing there was a decrease in the levels of thyroxine, triiodothyronine and progesterone. The intensification of peroxidation was determined by: the increase of CSR activity ($p < 0.05$) and SOD ($p < 0.01$), the content of dehydroascorbic acid, diene conjugates ($p < 0.05$) and TBA-active complexes, as well as the decrease of the concentration of reduced glutathione ($p < 0.01$) and vitamin E. It was found out that after farrowing, the serum thyroxine concentration increased and the progesterone, testosterone and estradiol-17 β decreased. There was the decrease in the intensity of lipid peroxidation: the decrease in the content of DC in 2.5 and TBA-active complexes by 1.5 times, against the background of decreasing the amount of vitamin A and vitamin E by 11 %. The found features of cyclic homeostasis lability in gilts' blood are determined by the phases of the reproductive cycle.

Key words: gilts, reproductive cycle, homeostasis, hormones, antioxidants, pregnancy.

ЦИКЛІЧНА ЛАБІЛЬНІСТЬ ГОМЕОСТАЗУ У СВИНОК

С. О. Усенко,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Висвітлено результати досліджень щодо особливостей циклічної лабільності гомеостазу у свинок. В експериментах використано свинок миргородської породи на різних фазах відтворювального циклу: лютеальна фаза, еструс, на 15, 20, 30, 60, 90, 104, 113 доби поросності та через 12 годин після опоросу. У сироватці крові визначали динаміку вмісту тиреоїдних і стероїдних гормонів, а також особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу. Виявлено, що у крові свинок кількість стероїдних гормонів є лабільною та обумовлюється фізіологічним станом, а саме, при настанні еструса відносно лютеальної фази підвищується рівень вмісту тироксину, трийодтироніну,

естрадіолу-17 β і тестостерону, а також зменшується рівень прогестерону. Такі зміни супроводжуються прискоренням процесів пероксидного окиснення: зростає активність ксантиноксидази ($p < 0,05$), підвищується вміст дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних сполук в 1,3 раза. Упродовж двох місяців поросності загальна концентрація тиреоїдних і стероїдних гормонів зростає. Такі метаболічні зрушення спричиняють зниження інтенсивності процесів пероксидації. Перед пологами спостерігається зниження рівня тироксину, трийодтироніну і прогестерону. Встановлено інтенсифікацію пероксидації: збільшення активності КСО ($p < 0,05$) і СОД ($p < 0,01$), вмісту дегідроаскорбінової кислоти, дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних комплексів, а також зниження концентрації відновленого глутатіону ($p < 0,01$) та вітаміну Е. Виявлено, що після опоросу концентрація тироксину в сироватці крові зростає, а прогестерону, тестостерону й естрадіолу-17 β – зменшується. Відбувається зниження інтенсивності пероксидації ліпідів: зменшення вмісту ДК у 2,5 і ТБК-активних комплексів у 1,5 раза на тлі зниження кількості вітаміну А та вітаміну Е – 11 %. З'ясовано, що особливості циклічної лабільності гомеостазу у крові свинок визначаються фазами відтворювального циклу.

Ключові слова: свинки, відтворювальний цикл, гомеостаз, гормони, антиоксиданти, поросність.

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ЛАБИЛЬНОСТЬ ГОМЕОСТАЗА У СВИНОК

С. А. Усенко,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Представлены результаты исследований циклической лабильности гомеостаза свинок, которая определяется фазами воспроизводительного цикла. Установлено, что в крови свинок в период эструса относительно лютеиновой фазы повышается уровень содержания тироксина, трийодтиронина, эстрадиола-17 β и тестостерона, а также уменьшается уровень прогестерона. Такие изменения сопровождаются ускорением процессов перекисного окисления: растет активность ксантиноксидазы ($p < 0,05$), повышается содержание диеновых конъюгатов ($p < 0,05$) и ТБК-активных соединений в 1,3 раза. В течение двух месяцев супоросности общая концентрация тиреоидных и стероидных гормонов возрастает. Такие метаболические сдвиги вызывают снижение интенсивности процессов пероксидации. Перед опоросом наблюдается снижение уровня тироксина, трийодтиронина и прогестерона. Установлено интенсификацию пероксидации. Выведено, что после опороса концентрация тироксина в сыворотке крови возрастает, а прогестерона, тестостерона и эстрадиола-17 β – уменьшается. Происходит снижение интенсивности процессов пероксидации.

Ключевые слова: свинки, воспроизводительный цикл, гомеостаз, гормоны, антиоксиданты, супоросность.

Вступ

Гормональний регуляції організму належить важливе місце в формуванні гомеостазу та реалізації спадкової програми у процесі індивідуального розвитку тварини. Тому останніми роками особливо зростає кількість досліджень, присвячених проблемам формування ендокринної системи у тварин і участі гормонів у процесах онтогенезу [2, 6, 7, 9].

Гормональний профіль у самки значно змінюється протягом відтворювального циклу. Найбільш виразною рисою періоду поросності свині є швидкий ріст плодів, особливо порід сального напрямку продуктивності. Будучи спеціалізованими регуляторами біохімічних процесів у організмі матері й плода, гормони складають основу обміну речовин та репродукції. Вони відіграють важливу роль у регуляції метаболічних процесів, які прискорюють чи сповільнюють процеси пероксидного окиснення і тим підтримують цілісність і єдність організму – гомеостаз [8, 14].

Однак на сьогодні ще відсутні матеріали, у яких сукупно висвітлюються питання динаміки гормонального й біохімічного статусу у свиней, схильних до накопичення жирової тканини залежно від їхнього фізіологічного стану.

Розвиток досліджень із з'ясування особливостей формування гомеостазу, де провідна роль належить гормонам та прооксидантно-антиоксидантній системі в різні періоди відтворювального циклу сприятиме розробці ефективних методів спрямованого управління процесами росту й розвитку плодів, підвищення багатоплідності, великоплідності та інтенсивності використання свиноматок.

Метою досліджень було встановити особливості формування гомеостазу у свинок залежно від фаз відтворювального циклу.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі *завдання*: визначити динаміку вмісту стероїдних і тиреоїдних гормонів у крові свинок упродовж статевго циклу й поросності; встановити особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок залежно від їхнього фізіологічного стану.

Матеріали і методи досліджень

У дослідях за принципом аналогів використано 5 клінічно здорових свинок миргородської породи віком 8 місяців та масою тіла 125–130 кг. У свинок проводили забір крові натще в різні періоди відтворювального циклу: лютеальна фаза, еструс, на 15, 20, 30, 60, 90, 104, 113 доба вагітності та через 12 годин після опоросу. Вміст тироксину, трийодтироніну, естрадіолу-17 β і прогестерону в сироватці крові визначали радіоімунологічним методом, а тестостерону – імуноферментним. Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ) у крові досліджували за активністю ксантиноксидази (КСО) [1], концентрацію дієнових кон'югатів (ДК) [11], вмістом ТБК-активних сполук [11]. Оцінювали рівень антиоксидантного захисту за активністю супероксиддисмутази (СОД) [11], активністю каталази (КТ) [15], вмістом відновленого глутатіону [11], аскорбінової й дегідроаскорбінової кислот (АК) [16], вмістом вітаміну А та концентрацію вітаміну Е [10].

Результати досліджень та їх обговорення

Дані експерименту свідчать, що в крові циклюючих свинок у фазі еструса, порівняно із лютеальною, спостерігається істотна перебудова метаболічних процесів, перш за все гормонального фону (табл. 1). У період статевго збудження встановлено збільшення кількості тироксину і трийодтироніну в 1,6 і 1,3 раза відповідно. Найбільш виразні зміни в цей період були характерні для статевих гормонів: концентрація прогестерону зменшувалась в 1,9, а тестостерону і естрадіолу-17 β зростала в 1,2 та 2 рази відповідно.

1. Динаміка вмісту гормонів у сироватці крові свинок миргородської породи впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$ (n=10)

Гормони	Фази відтворювального циклу								Через 12 годин після опоросу
	Лютеаль-на	Еструс	Доби поросності						
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
	42,32 ±4,11	68,32 ±4,55	72,64 ±5,43	79,21 ±6,24*	74,73 ±8,64	44,25 ±7,49	26,96 ±5,72	23,17 ±6,85	46,92 ±6,88
Трийодтиронін, нмоль/л	1,22 ±0,18	1,53 ±0,33	1,77 ±0,40	2,18 ±0,28	1,35 ±0,11	1,51 ±0,41	1,11 ±0,17	0,78 ±0,17	1,26 ±0,21
Прогестерон, нмоль/л	34,21 ±3,28	18,32 ±3,64	56,89 ±2,28	58,87 ±7,24	75,88 ±7,95	122,24 ±5,86	132,33 ±4,09	68,29 ±4,44	49,55 ±7,85
Тестостерон, нмоль/л	5,96±2,61	7,29 ±3,11	4,95 ±2,73	6,58 ±2,56	7,18 ±2,87	9,31 ±3,36	11,28 ±4,24	12,31 ±4,35	4,21 ±2,61
Естрадіол-17β, нмоль/л	0,19 ±0,04	0,38 ±0,02	0,41 ±0,05	0,36 ±0,07	0,42 ±0,03	2,33 ±0,08	2,96 ±0,51	7,67 ±1,03	1,24 ±0,33

Зазначені зміни гормонального фону супроводжувались істотною перебудовою метаболічних процесів у напрямі прискорення перебігу пероксидного окиснення. Це підтверджується підвищенням активності прооксидантного ензиму – КСО на 30,5 % ($p < 0,05$), що істотно прискорило гемоліз еритроцитів на 16,5 % (табл. 2). Такі зміни супроводжуються збільшення вмісту ДК у 2,1 ($p < 0,01$) та ТБК-активних комплексів 1,3 раза. При цьому спостерігалось прискорення функціональної активності антиоксидантних ензимів: СОД на 10,3 % та зниження КТ – 33,2 %. Саме в цей період виявлено суттєве використання відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти, а також надходженням у кров вітаміну А та вітаміну Е. Встановлена динаміка прискорення пероксидації ліпідів у період статевго збудження свиноматок очевидно обумовлено істотними коливаннями концентрації естрогенів, які залежно від умов середовища в організмі проявляють прооксидантні або антиоксидантні властивості [3, 12, 19].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

2. Стан ПАГ у крові свинок миргородської породи впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$ (n=10)

Показники ПАГ	Фази відтворювального циклу								Через 12 годин після пологів
	Лютеа- льна	Еструс	Доби вагітності						
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Перекисна резистен- тність еритроцитів, %	13,95 ±2,01	16,25 ±1,67	16,95 ±1,95	14,10 ±1,71	12,25 ±2,77	13,03 ±1,59	17,95 ±2,85	19,07 ±2,39	17,29 ±2,77
Ксантиноксидаза, мккат /сек·л	27,86 ±1,81	36,35* ±3,31	37,05 ±3,96	40,60* ±4,17	35,35** ±3,28	33,55 ±2,98	35,15 ±2,98	38,25* ±3,45	31,85 ±3,73
Супероксиддисмута- за, од.акт/мл	0,29 ±0,031	0,32 ±0,03	0,45 ±0,073	0,63* ±0,112	0,58* ±0,093	0,71** ±0,117	0,75* ±0,153	0,82** ±0,14	0,69* ±0,136
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв·л	1,93 ±0,12	1,29 ±0,08	1,77 ±0,08	1,70 ±0,09	2,06 ±0,06	1,06*** ±0,07	1,23*** * ±0,06	1,06*** * ±0,08	1,46*** ±0,07
Відновлений глута- тіон, мкмоль/л	0,55 ±0,04	0,44 ±0,09	0,37* ±0,06	0,33* ±0,07	0,42 ±0,095	0,29* ±0,08	0,35* ±0,07	0,31** ±0,06	0,28** ±0,05
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	18,29 ±1,38	15,09 ±1,38	11,58** ±1,34	12,57* ±1,59	11,58* ±2,13	13,65 ±1,69	10,56* * ±1,72	9,78*** * ±1,29	10,21** ±1,45
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л	12,71 +1,42	18,59* +1,44	16,35 +1,91	13,92 ±1,67	14,66 ±1,56	15,78 ±2,06	14,22 ±1,90	15,42 ±2,19	12,41 ±1,82
Вітамін А, мкмоль/л	1,95 ±0,38	2,35 ±0,23	1,62 ±0,25	1,44 ±0,26	1,86 ±0,24	1,21 ±0,21	1,09 ±0,18	1,19 ±0,23	0,91* ±0,20
Вітамін Е, мкмоль/л	0,87 ±0,22	1,05 ±0,24	0,94 ±0,25	0,79 ±0,17	0,88 ±0,15	0,58 ±0,09	0,49 ±0,08	0,36 ±0,08	0,32* ±0,07
Дієнові кон'югати, ммоль/л	1,76 ±0,19	3,68** ±0,403	3,34* ±0,48	3,30** ±0,39	2,83* ±0,42	2,26 ±0,36	3,09* ±0,38	3,23* ±0,42	1,28 ±0,43
ТБК-активні компле- кси, мкмоль/л	12,82 ±1,39	16,43 ±2,47	19,72* ±2,68	20,74* ±2,75	15,35 ±2,11	13,72 ±1,81	14,43 ±1,45	16,85 ±2,16	11,47 ±1,43
ТБК-активні компле- кси після інкубації, мкмоль/л	14,15 ±1,39	23,60* ±3,51	21,75* ±2,61	22,58* ±3,29	16,43 ±1,89	17,25 ±1,89	16,18 ±1,83	19,84 ±2,64	12,58 ±1,43

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з показниками лютеальної фази.

Перші 15 діб розвитку вагітності характеризувалися подальшим напруженим перебігом процесів пероксидного окиснення, що проявлялось в активізації ензимів: КСО – 33 % і СОД – 55,7 %, збільшенні концентрації ДК – 89,8 % ($p < 0,05$), ТБК-активних комплексів на 53,8 % ($p < 0,05$), а також прискоренні використання низькомолекулярних антиоксидантів – зниженні вмісту відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти відповідно на 40 % ($p < 0,05$) та 31,2 % ($p < 0,01$) порівняно з лютеальною фазою. Такі зміни очевидно обумовлені зростанням кількості стероїдних гормонів: прогестерону в 3,1 та 2,7 раза. Впродовж цього періоду спостерігалось підвищення концентрації тироксину та трийодтироніну.

Після закінчення першого місяця вагітності інтенсивність перебігу процесів пероксидного окиснення досягає найбільшої інтенсивності, що підтверджується максимальним рівнем функціональної активності прооксидантного ензиму, генератора активних форм оксигену – КСО та вмісту вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних комплексів. Це супроводжується подальшим зростанням рівня СОД та сталим зниженням вмісту відновленого глутатіону, аскорбінової кислоти, вітамінів А та

вітаміну Е.

Упродовж другого місяця вагітності порівняно з фазою статевих спокою в організмі свинок встановлено істотне прискорення метаболічних процесів, які зумовлені зростанням вмісту стероїдних гормонів: прогестерону в 2,2, тестостерону – 1,2 та естрадіолу – 2,2 рази. У цей період спостерігалось зниження інтенсивності пероксидації ліпідів – зменшення активності КСО на 13,0 %, вмісту ДК – 14,2 і ТБК-комплексів – 26,0 %, а також стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу – 13,1 %. У результаті виявлено підвищення ємності системи антиоксидантного захисту за рахунок зростання активності КТ на 21,2%, вмісту відновленого глутатіону – 27,3 %, вітаміну А – 29,2 % та вітаміну Е – 11,4 %.

Від 60-ї до 90-ї доби поросності свинок виявлено суттєве зростання кількості прогестерону в 1,6 та естрадіолу – 5,5 разів, що істотно сприяло потраплянню до крові аскорбінової й дегідроаскорбінової кислот, а також суттєвому використанню вітаміну А й вітаміну Е – 1,5 рази.

У свинок перед пологами спостерігалось зміщення ПАГ в напрямі інтенсифікації пероксидації через збільшення активності КСО ($p < 0,05$) і СОД ($p < 0,01$), що супроводжувалося накопиченням вмісту дегідроаскорбінової кислоти, дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних комплексів, а також зниженням концентрації низькомолекулярних антиоксидантів: відновленого глутатіону ($p < 0,01$) та вітаміну Е. Такі метаболічні зміни супроводжувалися на фоні зниження рівня функціональної активності щитовидної залози, кількості прогестерону та стрімкого зростання концентрації антиоксиданту – естрадіолу. Зменшення кількості прогестерону очевидно пов'язано з зменшенням функціональної активності плаценти, максимальною активацією пероксидації ліпідів та регулюючою функцією активних форм кисню [13, 20].

У післяпологовий період відмічено зниження індикативних показників інтенсивності пероксидації ліпідів: ДК у 2,5 і ТБК-активних комплексів у 1,5 рази. У результаті встановлено підвищення рівня функціональної активності КТ на 37,7 %. Такі зміни відбувалися на тлі зменшення концентрації вітаміну А на 23,5 % та вітаміну Е – 11 %, а також зростання вмісту тиреоїдних гормонів, що є свідченням їхньої провідної ролі в забезпеченні адаптаційних процесів у цей період для свиноматок та поросят.

Отримані матеріали досліджень свідчать про те, що у крові свинок протягом відтворювального циклу зміна гормонального фону істотно впливала на стан ПАГ. У період еструсу паралельно зі збільшенням концентрації естрадіолу-17 β і тиреоїдних гормонів підвищувався рівень КСО, СОД, кількість ДК і ТБК-активних комплексів, але знижувався вміст відновленого глутатіону і АК, що свідчить про напружений перебіг обмінних процесів та регулюючу функцію активних форм кисню [18]. З народженням доміганти вагітності істотно підвищувалися концентрації прогестерону й естрадіолу-17 β , які зумовлювали зміну балансу у функціональній активності прооксидантних і антиоксидантних ензимів, що узгоджується із твердженнями К. Duhig [11], С. О. Ogbodo [15], М. S. Purdey [17].

Зі становленням функціонування окремих органів і систем плодів та появою власного синтезу окремих гормонів в організмі матері спостерігалось сповільнення перебігу процесів пероксидного окиснення – зниження функціональної активності СОД, КТ та вмісту ДК і ТБК-активних комплексів. Однак передпологовий період характеризувався істотним максимальним рівнем статевих гормонів та інтенсивним перебігом процесів пероксидації ліпідів, що підтверджується даними В. Н. Романенко та І. А. Бойко [5], Д. Н. Митарєва [4]. При цьому зі зміною фази відтворювального циклу у післяпологовий період відмічається зміщення гомеостатичних констант, насамперед вмісту тиреоїдних і стероїдних гормонів до рівня статевих спокою, що супроводжується зміною прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в напрямі сповільнення пероксидації ліпідів.

Узагальнення отриманих даних досліджень свідчить про одну із особливостей відтворної функції свиноматок – циклічну лабільність гомеостазу у самок свиней, яка характеризується певними періодичними коливаннями, зумовленими зміною їхнього фізіологічного стану, що спрямовані на підтримання фізіологічної норми перебігу метаболічних процесів [8]. У циклюючих свинок істотна лабільність гомеостазу спрямована на створення необхідних умов для запліднення. При настанні доміганти поросності зрушення гомеостатичних констант сприяє задоволення потреб ембріонів, що ростуть і розвиваються. В умовах зміни гомеостатичних констант у крові самок можна судити про морфофункціональний стан статевих органів та фетоплацентарної системи.

Висновки

1. У крові свинок кількість стероїдних гормонів є лабільною та обумовлюється фізіологічним станом, а саме, при настанні еструсу відносно лютеальної фази підвищується рівень вмісту тироксину

(на 61,4 %), трийодтироніну (на 25,4 %), естрадіолу-17 β (на 200 %) тестостерону (22,3 %), а також зменшується кількість прогестерону (на 46,4 %). Такі зміни супроводжуються прискоренням процесів пероксидного окиснення: зростає активність ксантиноксидази ($p < 0,05$), підвищується вміст дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних сполук в 1,3 раза. Це супроводжується зростанням рівня антиоксидантного захисту – активності супероксиддисмути, кількості вітаміну А – 20,5 % і вітаміну Е – 20,7 %.

2. Упродовж двох місяців поросності концентрація тироксину, трийодтироніну, прогестерону, тестостерону й естрадіолу-17 β зростає. Такі метаболічні зрушення зумовлюють зміни стану прооксидантноантиоксидантного гомеостазу в напрямі зниження інтенсивності процесів пероксидації.

3. У свинок перед пологами на тлі зниження рівня тироксину, трийодтироніну і прогестерону інтенсифікуються процеси пероксидації: збільшення активності КСО ($p < 0,05$) і СОД ($p < 0,01$), вмісту дегідроаскорбінової кислоти, дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних комплексів, а також зниження концентрації відновленого глутатіону ($p < 0,01$) та вітаміну Е.

4. В організмі свиноматок після опоросу концентрація тироксину в сироватці крові зростає – у 2 рази, а прогестерону, тестостерону та естрадіолу-17 β зменшується – у 1,4, 2,9 та 6,2 раза відповідно. При цьому відбувається зниження інтенсивності пероксидації ліпідів: зменшення вмісту ДК у 2,5 і ТБК-активних комплексів у 1,5 раза. Встановлено зниження концентрації вітаміну А на 23,5 % та вітаміну Е – 11 %,.

5. Виявлені особливості циклічної лабільності гомеостазу у крові свинок визначаються фазами відтворювального циклу.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні ефективного методу регуляції статевого циклу та програм направленої живлення свинок залежно від фізіологічного стану для оптимізації росту й розвитку ембріонів у критичні періоди.

References

1. Kyseliova, I. K., Maidaniuk, A. V., & Imedadze, S. P. (2005). Vyznachennia aktyvnosti ksantynooksydaznoi reaktsii tymusa shchuriv. *Visnyk KNU im Tarasa Shevchenka*, 45–46, 28 [In Ukrainian].
2. Kuzmenko, L. M., Polishchuk, A. A., Usenko, S. O., Shostya, A. M., Stoyanovskii, V. G., Karpovskii, V. I., & Bilash, S. M. (2018). Prooxidant-antioxidant homeostasis in the tissues of the uterus of pig, depending on the periods of the reproductive cycle. *World of Medicine and Biology*, 14 (64), 198. doi: 10.26724/2079-8334-2018-2-64-198-203.
3. Lykholat, T. Yu., & Lykholat, O. A. (2016). Vplyv syntetychnykh estroheniv na pokaznyky prooksydantno-antyoksydantnoi systemy orhaniv shchuriv riznoho viku v doslidakh in vitro. *Biologichni Systemy*, 8 (1), 9–14 [In Ukrainian].
4. Mytarev, D. N. (2009). Rannyaya dagnostika beremennosti svinej metodom immunofermentnogo analiza (IFA). *Extended abstract of doctor's thesis*. FGOU VPO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet», Krasnodar [In Russian].
5. Romanenko, V. N., & Boiko, Y. A. (2015). Hormonokorrihyruushchye svoistva syntetycheskogo tymohena pry stymulatsii vosproizvodytelnoi funktsii u svynomatok. *Vestnyk Krasnodarskogo HAU*, 4, 144–149 [In Russian].
6. Stupar, I. I. (2018). Prooksydantno-antyoksydantnyi homeostaz u svynok u rizni fazy statevoho tsyклу. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 178–184. doi: 10.31210/visnyk2018.04.28. [In Ukrainian].
7. Usenko, S. O., Shostia, A. M., & Tsybenko, V. H. (2016). Osoblyvosti dynamiky estradiolu-17 β v krovі svynei riznoi stati, viku ta fiziologichnoho stanu. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 96, 165–169 [In Ukrainian].
8. Kovalenko, V. F., Shostya, A. M. (Red.). (2012). *Fiziologicheskie aspekty metabolizma v sisteme mat-placenta-plod svini: monografiya*. Poltava: ООО «Firma «Tehservis» [In Ukrainian].
9. Shostya, A. M., Stupar, I. I., Usenko, S. O., Bondarenko, O. M., Tsybenko, V. G., Chukhlib, Ye. V., & Slynko, V. H. (2019). Reproductive qualities of gilts of different breeds. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, (3), 230–236. doi: 10.31890/vttp.2019.03.31.
10. 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.
11. 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.

12. Nathan, L., & Chaudhuri, G. (1998). Antioxidant and Prooxidant Actions of Estrogens: Potential Physiological and Clinical Implications. *Seminars in Reproductive Medicine*, 16 (04), 309–314. doi: 10.1055/s-2007-1016289.
13. Klimek, J., Woźniak, M., Szymańska, G., & Żelewski, L. (1998). Inhibitory Effect of Free Radicals Derived From Organic Hydroperoxide on Progesterone Synthesis in Human Term Placental Mitochondria. *Free Radical Biology and Medicine*, 24 (7–8), 1168–1175. doi: 10.1016/s0891-5849(97)00442-5.
14. Kumar, S., Lata, K., Mukhopadhyay, S., & Mukherjee, T. K. (2010). Role of estrogen receptors in pro-oxidative and anti-oxidative actions of estrogens: A perspective. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 1800 (10), 1127–1135. doi: 10.1016/j.bbagen.2010.04.011.
15. Ogbodo, S. O., Okaka, A. N., Nwagha, U. I., & Ejezie, F. E. (2014). Free Radicals and Antioxidants Status in Pregnancy: Need for Pre- and Early Pregnancy Assessment. *Am. J. Med. and Med. Sc.*, 4 (6), 230–235.
16. Pereira, R. D., De Long, N. E., Wang, R. C., Yazdi, F. T., Holloway, A. C., & Raha, S. (2015). Angiogenesis in the Placenta: The Role of Reactive Oxygen Species Signaling. *BioMed Research International*, 1–12. doi: 10.1155/2015/814543.
17. Purdey, M. S., Connaughton, H. S., Whiting, S., Schartner, E. P., Monro, T. M., Thompson, J. G., R. J. Aitken, R. J. & Abell, A. D. (2015). Boronate probes for the detection of hydrogen peroxide release from human spermatozoa. *Free Radical Biology and Medicine*, 81, 69–76. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2015.01.015.
18. Villamor, E., Moreno, L., Mohammed, R., Pérez-Vizcaíno, F., & Cogolludo, A. (2019). Reactive oxygen species as mediators of oxygen signaling during fetal-to-neonatal circulatory transition. *Free Radical Biology and Medicine*, 142, 82–96. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2019.04.008.
19. Unfer, T. C., Figueiredo, C. G., Zanchi, M. M., Maurer, L. H., Kemerich, D. M., Duarte, M. M. F., Konopka, C. K. & Emanuelli, T. (2014). Estrogen plus progestin increase superoxide dismutase and total antioxidant capacity in postmenopausal women. *Climacteric*, 18 (3), 379–388. doi: 10.3109/13697137.2014.964669.
20. Zelko, I. N., Stepp, M. W., Yu, J., & Folz, R. J. (2011). Regulation of Decidual Protein Induced by Progesterone (DEPP) Gene Expression by Extracellular Oxidative Stress. *Free Radical Biology and Medicine*, 51, S18. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2011.10.042.

Стаття надійшла до редакції 16.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Усенко С. О. Циклічна лабільність гомеостазу у свинок. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 125–131.

© Усенко Світлана Олексіївна, 2019



original article | UDC [639.3.043.13:636.087.72]:639.371.52 |
doi: 10.31210/visnyk2019.03.17

THE EFFECTIVENESS OF USING NATURAL MINERALS IN THE DIET OF FEMALE CARP

O. O. Baturevich,

ORCID ID: [0000-0003-1446-0449](https://orcid.org/0000-0003-1446-0449), E-mail: shtefan_91@ukr.net,

Institute of Fishery of the NAAS of Ukraine, 135, Obukhivska str., Kyiv, 03164, Ukraine

At the present stage of fishing industry development in Ukraine, considerable attention should be paid to the intensification and reproduction of aquatic bio-resources. One of the important prerequisites for achieving these goals is the balanced feeding of fish, which is the basis of fishing industry efficiency, as it determines the state of health, reproductive capacity, intensity, and growth rate of the fish. In addition, it is necessary to take into account the economic component and the environmental friendliness of feed components, since most of the costs of fish farms are related to feeding. That is why the aim of our work is studying the influence of natural mineral additives (activated bentonite, saponite) on the trace element composition and the state of caviar antioxidant protection system, provided that they are introduced into the basic ration of carp females during the pre-spawning period. The studies were conducted on three groups of female carp, which, by the principle of analogues, were divided into one control and two experimental groups of 5 individuals in each. Carp females of the first experimental group were fed a balanced compound feed with the inclusion of activated bentonite in the amount of 0.2 % of the feed weight, females of the second experimental group - with the inclusion of 5 % saponite in the basic feed composition. Females of the control group consumed the same compound feed without additives. At the end of the experiment, 3 samples of caviar were selected in all groups. In the experimental samples of the first group (with adding 0.2 % of bentonite in the diet of carp females) there was a significant increase of zinc content by 30.5 % ($p < 0.05$). Besides, adding 5 % of saponite in the second experimental group enabled to reduce the content of heavy metal – nickel by 3 times ($p < 0.05$), which may indicate the sorption capacity of saponite. At the same time, the effectiveness of using activated bentonite in the amount of 0.2 % was proven while assessing the state of the caviar antioxidant protection system. In this case the adding of this mineral contributed to a significant increase in the activity of superoxide dismutase by 1.8 times ($p < 0.01$). There was also a significant decrease of TBAs by 97 % as a result of adding saponite in the given amount to the main ration. Based on the obtained results, it becomes clear that using 0.2 % of activated bentonite clay of the feed weight has almost the same effect on the quality of caviar as using 5 % saponite clay in the ration of female carp.

Keywords: activated bentonite, saponite, minerals of natural origin, carp, caviar, trace elements, state of antioxidant protection system.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛІВ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ В РАЦІОНІ САМИЦЬ КОРОПА

О. О. Батуревич,

Інститут рибного господарства НААН України, вул. Обухівська, 135, м. Київ, 03164, Україна

На сучасному етапі розвитку рибного господарства в Україні значну увагу варто приділяти інтенсифікації та відтворенню водних біоресурсів. Однією з важливих передумов для виконання цих завдань є збалансована годівля плідників риб, що є основою ефективності рибництва, оскільки саме вона впливає на стан здоров'я, рівень відтворювальної здатності, інтенсивність та рівень росту риб. До того ж потрібно врахувати економічну складову та екологічність кормових компонентів, оскільки більшість витрат господарств припадає на годівлю. Тому метою нашої роботи є дослідження впливу природних мінеральних добавок (бентоніт активований, сапоніт) на мікроелемент-

ний склад та стан системи антиоксидантного захисту ікри за умови введення їх до складу основного раціону самиць коропа у переднерестовий період. Дослідження проводили на трьох групах самиць коропа, які за принципом аналогів були розділені на одну Контрольну та дві Дослідних, по 5 особин у кожній. Самицям коропів I Дослідної групи згодовували збалансований комбікорм із включенням у нього активованого бентоніту в кількості 0,2 % від маси корму, самицям II Дослідної групи – із включенням до основного складу корму 5 % сапоніту. Самиці Контрольної групи споживали той самий комбікорм без добавок. У зразках ікри I Дослідної групи виявлено достовірне підвищення вмісту цинку на 30,5 % ($p < 0,05$). Крім того введення 5 % сапоніту в II Дослідну групу сприяє зниженню вмісту важкого металу – нікелю в 3 рази ($p < 0,05$), що може свідчити про сорбційну здатність сапоніту. Паралельно доведено ефективність застосування активованого бентоніту в кількості 0,2 % при складанні оцінки стану системи антиоксидантного захисту ікри. Тут уведення цього мінералу сприяло достовірному підвищенню активності супероксиддисмутази в 1,8 рази ($p < 0,01$). Також при введенні до основного раціону сапоніту в заданій кількості було виявлене достовірне зниження ТБК-продуктів на 97 %. На основі отриманих результатів стає зрозумілим той факт, що застосування бентонітової глини активованої у кількості 0,2 % від маси корму, практично має таке саме впливає на якість ікри, як і застосування 5 % глини сапонітової в кормовому раціоні самок коропа.

Ключові слова: бентоніт активований, сапоніт, мінерали природного походження, короп, ікра, мікроелементи, стан системи антиоксидантного захисту.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛОВ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В РАЦИОНЕ САМОК КАРПА

О. А. Батуревич,

Институт рыбного хозяйства УААН Укрины, ул. Обуховская, 135, г. Киев, 03164, Украина

Цель работы – исследование влияния бентонита активированного и сапонита на микроэлементный состав и состояние системы антиоксидантной защиты икры при условии введения их в состав основного рациона самок карпа в преднерестовый период. I Опытной группе скармливали комбикорм с активированным бентонитом в количестве 0,2 % от массы корма, II Опытной группе – с включением в состав корма 5 % сапонита. Самки Контрольной группы потребляли комбикорм без добавок. В I группе установлено достоверное повышение цинка на 30,5 % ($p < 0,05$), а введение 5 % сапонита в рацион способствует снижению содержания тяжелого металла – никеля в 3 раза ($p < 0,05$). Доказана эффективность применения активированного бентонита в количестве 0,2 % при составлении оценки системы антиоксидантной защиты икры. Здесь его использование способствовало достоверному увеличению активности супероксиддисмутаза в 1,8 раза ($p < 0,01$). Также при введении сапонита в заданном количестве было обнаружено достоверное снижение ТБК-продуктов на 97 %.

Ключевые слова: бентонит активированный, сапонит, минералы природного происхождения, карп, икра, микроэлементы, состояние системы антиоксидантной защиты.

Вступ

На сьогоднішній день відомо, що важливими факторами підвищення рибопродуктивності є різні види кормів і кормових добавок, які сприяють нормальному процесу нагулу риб, їх плодючості, активному розвитку організму та ін. Фізіологічні принципи годівлі потребують повноцінності кормів та їхньої збалансованості, а раціональна годівля риб повинна забезпечувати потреби організму як в органічних, так і в мінеральних речовинах, тому що саме в таких умовах можуть бути забезпечені нормальний його ріст та розвиток [1, 2].

Потреби коропа в основних поживних речовинах добре відомі, однак питання покращення якісних характеристик рибних кормів не втрачає своєї актуальності, оскільки сучасна система вирощування риби недосконала, і в середовищі існування гідробіонтів відбувається інтенсивне накопичення токсинів, важких металів і небезпечної мікрофлори, що знижує якість вихідної продукції [3, 4].

Одним із важливих та критичних періодів в онтогенезі коропа є розмноження, тому що саме в цей час багато чинників, які необхідні риbam, стають лімітуючими. Ось чому в цей час дуже важливо забезпечити організм плідників структурними та енергетичними елементами, що, головне, можуть надходити разом з кормом [5, 6].

Аналізуючи доступні джерела інформації щодо підвищення якості та безпеки продуктів харчування, стає популярним використання природних алюмосилікатів як мінеральних добавок та сорбентів

на різних етапах виробництва. Найбільш відомими та вживаними мінералами на території України є поклади цеолітів, сапонітів, бентонітів, анальцимів та глауконітів [7].

Результати фізико-хімічних досліджень доводять, що сапоніт та бентоніт є унікальними глинами за своїми мінеральними та фізичними властивостями [8, 9].

Учені рекомендують застосовувати бентоніти та сапоніти в харчовій промисловості, тваринництві, сільському господарстві, медицині як ефективні сорбційні матеріали, антиоксиданти та високодисперсні мінерали, оскільки вони мають специфічну каркасну будову молекулярних сит і містять у своєму складі безліч мікро- та макроелементів [10, 11]. Оскільки ці мінерали активно застосовуються в рибориборництві, що доведено позитивними результатами у годівлі різних видів риби, доцільним було б застосовувати їх у раціонах самок коропа, оскільки репродуктивна здатність риби значною мірою залежить від забезпечення організму мікроелементами, котрі є активними центрами антиоксидантного захисту і входять до складу біологічно активних складових, що регулюють обмін речовин [1, 2, 12–17].

Зважаючи на це, актуальним завданням є проведення експериментальних робіт з використанням у годівлі різновікових груп коропа мінералів природного походження для дослідження їхнього впливу на організм риби і ефективності застосування, а метою роботи є порівняльна характеристика застосування активованого бентоніту і сапоніту в годівлі самок коропа у переднерестовий період, визначення показників системи антиоксидантного захисту, мікроелементного складу ікри та концентрації в ній важких металів, оскільки саме від її якості залежить життєздатність майбутнього потомства.

Матеріали і методи досліджень

Експеримент проведено в умовах науково-дослідної бази ДП ДГ «Нивка» Інституту рибного господарства НААН 2017 року. Об'єктом дослідження слугували самиці нивківського лускатого внутріпородного типу української лускатої породи коропа. Сформовано три групи риби: дві Дослідних і Контрольну, в кожній з яких було по 5 екз. самок коропа. Кожна з груп була розміщена в нерестові стави-аналоги площею 0,04 га.

Предметом дослідження слугували мінерали природного походження бентоніт активований та сапоніт, поклади яких розташовані на території України.

Бентоніт видобувається на Дашуківській ділянці Черкаського родовища бентонітових глин. Активация природних бентонітів содою відбувається для того, аби повністю замістити катіони дифузійного шару глини катіонами натрію, внаслідок чого утворюється натрієвий лужний бентоніт, що має високу дисперсність [18].

Сапонітове борошно, яке було застосоване в наших дослідженнях, – з родовища Ташківське Славутського району Хмельницької області.

Годівлю риби проводили кожного дня в ранковий час. Контрольній групі згодовували збалансований комбікорм стандартного складу в кількості 10 % від маси риби. Самицям коропа I та II Дослідних груп вносили той самий комбікорм, але з додаванням до складу основного раціону бентонітової глини активованої в кількості 0,2 % та сапоніту в кількості 5 %, відповідно. Експеримент тривав протягом 37 днів до початку нерестової кампанії.

Під час досліджень проводився фоновий контроль гідрохімічного та температурного режимів ставів. Ці показники були в оптимальних межах для активного засвоєння їжі.

По закінченні досліду проаналізовано вплив цих мінеральних добавок на мікроелементний склад ікри та активність у ній антиоксидантних ферментів шляхом відбору з кожної групи по 3 зразки статевих продуктів риби. Для визначення мікроелементного складу ікри, досліджувану ікру висушували в сушильній шафі при температурі 108 °C до постійної маси. Потім виконували її спалювання за методом мокрого озолування в азотній кислоті (марки х. ч.) протягом 12–18 год. до повного знебарвлення суміші, у яку додатково додавали 5–6 краплин 30 %-го пероксиду водню (марки х. ч.). Кількісне визначення концентрації важких металів здійснювали прямим всмоктуванням розчину у пропан-бутан-повітряне полум'я за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра марки С-115М [19].

Концентрацію дієвих кон'югатів досліджували за методом, що ґрунтується на реакції оптичної густини гептанізопропанольного екстракту ліпідів [20]. Визначення концентрації ТБК-активних продуктів проводили спектрофотометрично за кольоровою реакцією з тіобарбітуровою кислотою [21]. Активність супероксиддисмутази – за визначенням відсотка гальмування реакції відновлення нітросинього тетразоліа у присутності феназинметасульфату [22]. Активність каталази – за зміною концентрації H₂O₂ [23]. Визначення вмісту білка проводили за методом Бредфорд [24].

Одержані цифрові результати опрацьовували статистично за допомогою стандартного пакету статистичних програм *Microsoft EXCEL*. Виразовували середні арифметичні величини (М), середню

квадратичну помилку (m) і вірогідність різниць (P) між досліджуваними середньоарифметичними величинами [25].

Результати досліджень та їх обговорення

Такі метали, як цинк, манган, мідь та ферум є життєво необхідними для виконання в організмі риб багатьох регуляторних функцій. Водночас перелік важких металів містить елементи, біологічну роль у живих організмах для яких не визначено, і які токсично впливають навіть у невеликих концентраціях. До таких елементів належать свинець, кадмій, нікель [26].

У таблиці 1 наведені дані про вплив добавок активованого бентоніту та сапоніту до раціону самиць коропів на вміст деяких мікроелементів та важких металів в ікрі. Аналізуючи результати досліджень, спостерігаємо підвищення вмісту заліза в I та II Дослідних групах на 27,4 та 89,9 % відповідно порівняно з контролем. Хоча отримані результати не достовірні ($p < 0,05$), потрібно зазначити, що саме залізо входить до складу гемовмісних ферментів, що відіграють важливу роль у захисті молекул гемоглобіну від окисдаційних ушкоджень та беруть участь у зв'язуванні потенційно небезпечних продуктів обміну речовин, що так чи так позитивно впливає на розвиток гонад в організмі коропа [27, 28].

Щодо цинку, то його біологічну роль в організмі риб у період інтенсивного розвитку та статевого дозрівання важко переоцінити, оскільки його значне накопичення у статевих продуктах обумовлено стимулюючим впливом на репродуктивну функцію [29]. У Досліді I спостерігається достовірне підвищення його вмісту на 30,5 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем, при ГДК у тканинах 40 мг/кг сирової маси [30].

Біологічна роль марганцю реалізується через ферменти, що активуються саме цим мікроелементом, тому дуже важливим є його наявність у кормових компонентах, оскільки саме він позитивно впливає на репродуктивні процеси та ріст організму [31]. Крім того, доведена його ефективність у процесах антиоксидантного захисту клітин, оскільки саме він є каталітичним центром захисного ферменту [32]. У Дослідах I, II не спостерігається достовірного зниження цього мікроелементу відносно Контролю.

Схожу участь в організмі відіграє мідь. Встановлено її важливе місце в антиоксидантному захисті тканин та покращенні функціонування імунної системи [33, 34]. В отриманих результатах досліджень не визначено опосередкованого впливу бентоніту активованого та сапоніту на вміст цього мікроелементу в ікрі коропа.

У Досліді II спостерігається достовірне зниження вмісту нікелю у зразках ікри з 0,57 мг/кг, у Контролі до 0,19 мг/кг, у Досліді ($p < 0,05$). Відомо, що нікель у низьких концентраціях в організмі каталізує обмін деяких амінокислот та відіграє важливу роль у кровотворенні, проте його високі концентрації є токсичними для риб [35]. У Досліді I відмічено підвищення вмісту цього мікроелементу порівняно з контролем, що може свідчити про те, що у зразок проби потрапила кров, оскільки накопичення цього елементу в низьких кількостях спостерігається у тканинах, які найменше наповнені кров'ю.

Щодо плумбуму, то його дія на організм гідробіонтів є доволі токсичною, але зниження вмісту цього токсиканту в обох Дослідних групах порівняно з Контролем може свідчити про сорбційні властивості бентоніту та сапоніту, проте ці дані є не достовірними [35].

1. Вміст деяких мікроелементів та важких металів в ікрі коропа під час згодовування бентоніту активованого та сапоніту у складі продукційних комбікормів, мг/кг сирової маси ($M \pm m$, $n=3$)

Група риб	Fe	Zn	Mn	Cu	Ni	Pb	Cd
Контроль	21,87±7,51	13,73±1,30	0,60±0,08	0,77±0,07	0,57±0,10	3,49±0,39	0,04±0,00
Дослід I	27,87±6,86	17,93±0,54*	0,43±0,12	0,53±0,15	2,32±2,21	2,54±0,10	0,04±0,00
Дослід II	41,53±15,64	16,43±1,99	0,51±0,21	0,63±0,02	0,19±0,04*	2,42±0,28	0,04±0,00

Примітка. Різниця статистично вірогідна порівняно з контрольною групою: * – $p < 0,05$.

Багато вчених розглядають продукти перекисного окиснення ліпідів як певні біомаркери забруднення водного середовища з одного боку та біомаркери пошкодження чи ураження тканин та їх клітин – з іншого [36–38].

У таблиці 2 представлені дані щодо впливу активованого бентоніту та сапоніту до раціону самиць коропа на вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів і активність антиоксидантних ферментів у їх ікрі.

2. Вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів і активність антиоксидантних ферментів у м'язах експериментальних груп самиць коропа ($M \pm m$, $n=3$)

Група риб	Каталаза Мкмоль H_2O_2 /хв. х мг білка	СОД Ум. Од/хв. х мг білка	Дієнові кон'югати С (нмоль/мг біл- ка)	ТБК-продукти С (нмоль /мг біл- ка)
Контроль	3,35±0,75	4,92±0,51	1,69±0,39	1,26±0,05
Дослід І	1,84±0,26	7,64±0,17**	1,44±0,23	0,90±0,22
Дослід ІІ	1,82±0,29	6,42±0,37	1,38±0,034	0,04±0,00***

Примітка. Різниця статистично вірогідна порівняно з контрольною групою: ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

У результаті досліджень встановлено, що згодовування самицям коропа вказаних мінералів у переднерестовий період призвело до зниження каталази в обох Дослідних групах порівняно з Контролем, проте ці різниці не є достовірними ($<0,5$).

При цьому значно зростає активність супероксиддисмутази в ікрі за умови згодовування самицям активованого бентоніту в 1,5 рази ($p < 0,01$), а за згодовування сапоніту – в 1,3 рази ($p < 0,5$) відносно Контролю. Збільшення активності супероксиддисмутази під впливом мінералів природного походження можна пояснити дією наявних у добавках мікроелементів цинку, купруму, мангану, оскільки інтенсивність ліпопероксидації та антиоксидантний статус в організмі коропа змінюються під впливом іонів цих елементів [39, 40].

У І та ІІ Дослідних групах прослідковується тенденція до зниження вмісту дієнових кон'югатів відповідно на 14,8 % та 18,3 % відносно Контролю, проте ці різниці статистично не вірогідні ($p < 0,5$).

Водночас спостерігається тенденція до зменшення вмісту ТБК-продуктів в ікрі І Дослідної групи на 28,5 % ($p < 0,5$), ІІ Дослідної групи – майже на 97 % ($p < 0,001$) порівняно з Контролем, що свідчить про посилення ферментативної ланки системи антиоксидантного захисту в гонадах досліджуваних груп риб.

Висновки

Додавання до раціону коропа в переднерестовий період бентоніту активованого та сапоніту в кількості 0,2 та 5 % від маси корму, відповідно, опосередковано не впливає на вміст мікроелементів та важких металів у ікрі риб, проте відсутність вірогідних різниць у Дослідних зразках можна пояснити невисоким ступенем засвоєння цих добавок організмом коропа через відносно короткий термін годівлі. Незважаючи на це, відмічено достовірне підвищення вмісту цинку на 30,5 % при внесенні до складу основного раціону самиць коропа 0,2 % бентоніту, а введення 5 % сапоніту сприяє зниженню вмісту важкого металу – нікелю в 3 рази, що може свідчити про сорбційну здатність мінералу. Оцінюючи стан системи антиоксидантного захисту ікри досліджуваних груп коропа, можна рекомендувати введення активованого бентоніту і сапоніту в досліджуваних концентраціях у раціон плідників коропа, оскільки ці добавки підвищують активність супероксиддисмутази та сприяють зниженню вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів. Порівнюючи ці дві добавки в запропонованих концентраціях, можна зробити висновок, що введення активованого бентоніту буде більш вигідним в економічному аспекті, оскільки його потреба для досягнення вищенаведених показників значно нижча.

Перспективи подальших досліджень. Перспективою подальших досліджень є застосування мінералів природного походження в годівлі товарних груп коропа, оскільки саме він є кінцевою ланкою вихідної продукції ставового рибориства.

References

1. Muhramova, A. A., & Kojshibaeva, S. K. (2012). Issledovanie vliyanija kormov s biologicheski aktivnimi dobavkami na rost osetrovih ryb pri bassejnovoj tehnologii vyrashhivaniya. *Vestnik Kaz. NU*, 1 (33), 106–108 [In Russian].
2. Shherbina, M. A., & Gamygin, E. A. (2006). *Kormlenie ryb v presnovodnoj akvakul'ture*. Moskva: VNIRO [In Russian].
3. Jurin, D. A., Kononenko, S. I., & Maksim, E. A. (2015). Povyshenie jeffektivnosti rascheta racionov. *Trudy Kubanskogo GAU*, 56, 201–205 [In Russian].
4. Kononenko, S. I., Jurina, N. A. Maksim, E. A., & Chernyshov, E. V. (2016). Innovacionnye kormovye

- dobavki pri vyrashhivani molodi ryb. *Izvestija Gorskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 53 (1), 30–34 [In Russian].
5. Bil'ko, V. P., & Kruzhylina, S. V. (2009). Pidvyshchennya zhyttiezdatnosti embrioniv i lychynok ryb pid vplyvom biolohichno aktyvnykh rehovyn pry zavods'komu sposobi yikh vidtvorennya. *Rybohospodars'ka nauka Ukrayiny*, 2, 70–76 [In Ukrainian].
6. Sherelo, A. H. & Yevtushenko, M. Yu. (2014). Dynamika vmistu bilkiv ta vyzhyvanist' embrioniv v rann'omu ontogenezi koropa. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho universytetu*, 1 (58), 16–21 [In Ukrainian].
7. Proskurko, A. I. (1989). *Mineral'nye resursy Ukrainy: ohrana i racional'noe ispol'zovanie*. L'vov: Vyshha shkola [In Ukrainian].
8. Nikipelova, O. M. (2014). Rezultaty fizyko-khimichnykh doslidzhen bentonitu dashukovskoho rodovyscha. *Visnyk ONU. Khimiia*, 19 (3 (51)), 70–75 [In Ukrainian].
9. Huliieva, N. M. (2014). Khimichni analiz ta fizychni vlastyvyosti pryrodnoho materialu – saponitu. *Mizhvuzivskiy Zbirnyk «Naukovinotatky»*, 44, 78–82 [In Ukrainian].
10. Carretero, M. I. (2002). Clay minerals and their beneficial effects upon human health. *Applied Clay Science*, 21, 155–163. doi: 10.1016/S0169-1317(01)00085-0.
11. Kosorukov, P. A. (2011). Issledovanie mineral'nogo sostava i osnovnykh harakteristik saponita Varvarovskogo mestorozhdeniya. *Jenertogotekhnologii i Resursosberezhenie*, 3, 38–42 [In Russian].
12. Muhramova, A. A. (2012). Ocenka sostojaniya molodi russkogo osetra po rybovodno-biologicheskim parametram i biohimicheskim pokazateljam krovi posle kormleniya jeksperimental'nymi kormami. *Vestnik KazNU. Seriya Jekologicheskaja*, 1 (33), 103–106 [In Russian].
13. Wang, X. (2016). Response of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*) to different dietary concentrations of aflatoxin B1 and evaluation of an aflatoxin binder in offsetting its negative effects. *Ciencias Marinas*, 42 (1), 15–29. doi: 10.7773/cm.v42i1.2595.
14. Ismadi, S., Tong, D. S., Soetaredjo, F. E., Ayucitra, A., Yu, W. H., & Zhou, C. H. (2015). Bentonite-hydrochar composite for removal of ammonium from Koi fish tank. *Applied Clay Science*, 114, 467–475. doi: 10.1016/j.clay.2015.06.025.
15. Hussain, D. (2018). Effect of Aflatoxins in Aquaculture: Use of Bentonite Clays as Promising Remedy. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18 (8), 1009–1016. doi: 10.4194/1303-2712-v18_8_10.
16. Jawahar, S., Nafar, A., Paray, B. A., Al-Sadoon, M. K., Balasundaram, C., & Harikrishnan, R. (2018). Bentonite clay supplemented diet on immunity in stinging catfish, *Heteropneustes fossilis* against *Aeromonas hydrophila*. *Fish & Shellfish Immunology*, 75, 27–31. doi: 10.1016/j.fsi.2018.01.049.
17. Popyk, I. M., Oleksiuk, N. P., & Yanovych, V. H. (2011). Vplyv hodivelnykh chynnykiv na peroksydni protsesy y aktyvnist fermentiv antyoksydantnoi systemy v pechintsi koropa. *Biologhiia Tvaryn*, 13 (1–2), 227–231 [In Ukrainian].
18. Balinskyi, N. I. Malovanyi, M. S., & Diedyk, L. M. (2000). Aktyvatsiia bentonitiv sodoi u v pryrodnykh umovakh. *Visnyk Derzhavnoho Universytetu «Lvivska Politehnika»*, 395, 111–113 [In Ukrainian].
19. Havezov, I. P., & Calev, D. L. (1983). *Atomno-absorbcionnyy analiz*. Leningrad: Himija [In Russian].
20. Stalnaya, I. D. & Garishvili, T. G. (1997). Metod opredeleniya dienovoy konjugacii enasysshenykh vysshikh zhirnykh kislot. V V. N. Orekhovicha (Red.), *Sovremennyye metody v biohimii* (s. 63–64). Moskva: Medicina [In Russian].
21. Korobejnikova, E. N. (1989). Modifikacija opredeleniya produktov perekisnogo okisleniya lipidov v reakcii s tiobarbiturovoj kislotoj. *Laboratornoe Delo*, 7, 8–9 [In Russian].
22. Dubinina, E. E., Sal'nikova, L. A., & Efimova, L. F. (1983). Aktivnost' i izofermentnyj spektr superoksiddismutazy jeritrocytov i plazmy krovi cheloveka. *Laboratornoe Delo*, 10, 30–33 [In Russian].
23. Koroljuk, M. A., Ivanova, L. I., & Majorova, I. G. (1988). Metod opredeleniya aktivnosti katalazy. *Laboratornoe Delo*, 1, 16–19 [In Russian].
24. Bradford, M. (1976). A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*, 72 (1–2), 248–254. doi: 10.1006/abio.1976.9999.
25. Plohinskij, H. A. (1969) *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov*. Moskva: Kolos [In Russian].
26. Kozyreva, G. F., Malinovskij, V. A., Rish, M. A., Jusupova, G. M., & Fidirko, E. V. (1990). Gidrobionty kak bioindikatory zagrazneniya vodoemov tjazhelymi metallami. *11 Vses. konf.*

“Mikrojelementy v biologii i ih primeneniye v s.h. i med.”: tez. dokl. Samarkand [In Russian].

27. Goth, L., Rass, P., & Pey, A. (2004). Catalase Enzyme Mutations and their Association with Diseases. *Molecular Diagnosis*, 8 (3), 141–149. doi: 10.2165/00066982-200408030-00001.

28. Underwood, E. J., & Suttle, N. F. (1999). *The mineral nutrition of livestock*. doi: 10.1079/9780851991283.0000.

29. Vorob'ev, V. I. (1993). *Biogeoхимия i rybovodstvo*. Saratov: MP «Litera». [in Russian].

30. Dmytriieva, O. V., & Kolos, O. M. (1993). Do pytannia pro zabrudnennia stavovoi ryby vazhkymy metalamy. *Rybnе Hospodарство*, 47, 75–78 [In Ukrainian].

31. Vorob'ev, V. I. (1979). *Mikrojelementy i ih premeneniye v rybovodstve*. Moskva: Pishhevaya promyshlennost' [In Russian].

32. Malecki, E. A., & Greger, J. L. (1996). Manganese protects against heart mitochondrial lipid peroxidation in rats fed high levels of polyunsaturated fatty acids. *The Journal of Nutrition*, 12 (1), 27–33. doi: 10.1093/jn/126.1.27.

33. Taylor, C. G., Bettger, W. J., & Bray, T. M. (1988). Effect of dietary zinc or copper deficiency on the primary free radical defense system in rats. *The Journal of Nutrition*, 118 (5), 613–621. doi:10.1093/jn/118.5.613.

34. Schuschke, D. A., Saari, J. T., West, C. A., & Miller, F. N. (1994). Dietary Copper Deficiency Increases the Mast Cell Population of the Rat. *Experimental Biology and Medicine*, 207 (3), 274–277. doi: 10.3181/00379727-207-43816.

35. Hrytsyniak, I. I., & Kolesnyk, N. L. (2014). Biologichne znachennia ta toksychnist vazhkykh metaliv dlia bioty prysnovodnykh vodoim (Ohliad). *Rybohospodarska Nauka Ukrainy*, 2, 31–45. [in Ukrainian].

36. Mishchuk, O. (2008). Biokhimichni markery prysnovodnoho dvostulkovoho moliuska Anodontacygnea (Unionidae) za umov pereselennia. *Visnyk Lvivskoho Universytetu Serii biologichna*, 47, 96–103 [In Ukrainian].

37. Cossu, C., Doyotte, A., Babut, M., Exinger, A., & Vasseur, P. (2000). Antioxidant Biomarkers in Freshwater Bivalves, *Unio tumidus*, in Response to Different Contamination Profiles of Aquatic Sediments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 45 (2), 106–121. doi: 10.1006/eesa.1999.1842.

38. Rudneva, I. I. (2007). Primeneniye biohimicheskikh markerov dlja ocenki zdorov'ja ryb. *Problemy immunologii, patologii i ohrany zdorov'jaryb i drugih gidrobiontov. 2. Rasshir. mater. Mezhdunar. nauchno-prakticheskoy konferencii*. Borok-Moskva [In Russian].

39. Hrytsyniak, I. I., Smolianinov, K. B., & Yanovych, V. H. (2010). *Obmin lipidiv u ryb*. Lviv: Triadaplus [In Ukrainian].

40. Kravtsiv, R. I. & Yanovych, N. Ie. (2007). Vmist produktiv perekysnoho okysnennia lipidiv u tkanynakh koropa za riznogo vmistu Zn, Cu, Mn, i Se u vodi. *Biologhiia Tvaryn*, 9, (1-2), 113–116 [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 16.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Батуревич О. О. Ефективність використання мінералів природного походження в раціоні самиць коропа. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 132–138.

© Батуревич Оксана Олександрівна, 2019



original article | UDC 636.2.09:616.995.132-08:616.15-07 |
doi: 10.31210/visnyk2019.03.18

HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF THE BLOOD OF CATTLE DISEASED WITH TRICHUROSIS UNDER DIFFERENT TREATMENT SCHEMES

T. S. Shevchenko,

ORCID ID: [0000-0003-4073-3711](https://orcid.org/0000-0003-4073-3711), E-mail: sts-28.02@ukr.net,

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

Trichurosis belongs to a widespread animal helminthiasis. This disease in cattle is caused by two species of nematodes of Trichuris: T. ovis and T. skrjabini genus, which parasitize, mainly in the blind gut and the colon. Trichuruses penetrating into the intestinal mucosa cause inflammation, edema, and irreversible changes in the places of infestation. At a high degree of invasion, trichurosis is clinically manifested in the form of diarrhea, exhaustion, intoxication, and death. The article presents the results of studies on changes in hematological parameters of heifer's blood suffering from trichurosis after administering preparations according to different treatment schemes. For conducting the experiment on the private farm "RVD-Agro", 5 groups of heifers 6–18 months of age were formed, which were prescribed Promectin 1 % and Albentabs 360 preparations according to different schemes. The blood was taken before giving the medicines, on the 5th and 10th day after the last administration of the preparations. Prior to conducting the research a reduced number of erythrocytes, hemoglobin and hematocrit content was recorded in heifers of all experimental groups, which was a sign of anemia. According to the study results it was established that the injection preparation Promectin 1 % was effective enough for both single and double administration. On the 10th day after injecting the last dose of the preparation, the number of erythrocytes in the animals increased to the level of physiological limits, and the content of hemoglobin increased by 15 % at single preparation administration and by 6 % at using Promectin for 2 days. Albentabs 360 proved to be effective only at double using. Namely, on the 10th day after the last preparation administration, the number of erythrocytes increased by 11 %, reaching the level of physiological limits, hemoglobin content increased by 7 % in the experimental animals and at the end of the treatment the indices remained outside the physiological norm. At single administering, Albentabs 360 turned out to be ineffective: the number of erythrocytes had decreased by the end of the experiment by 8 %, and hemoglobin content – by 7 %, as compared with the corresponding indices before the treatment.

Key words: trichurosis, Promectin, Albentabs 360, hematological parameters.

ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ ХВОРОЇ НА ТРИХУРОЗ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ВІДПОВІДНО ДО РІЗНИХ СХЕМ ЛІКУВАННЯ

Т. С. Шевченко,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Трихуроз належить до поширених гельмінтозів тварин. Захворювання у великої рогатої худоби спричиняють два види нематод роду Trichuris: T. ovis і T. skrjabini, що паразитують, здебільшого, у сліпий і ободовий кишках. Трихуриди, проникаючи у слизову оболонку кишечника, спричиняють запалення, набряки, незворотні зміни в місцях ураження. При високому ступені інвазованості трихуроз проявляється клінічно у вигляді діареї, виснаження, інтоксикації та загибелі. У статті наведені результати досліджень змін гематологічних показників крові хворих на трихуроз телиць після застосування препаратів з різними схемами лікування. Для проведення дослідів в умовах СПП «РВД-Агро» було сформовано 5 груп телиць 6–18-ти місячного віку, яким задавали препарати Промектин 1 % та

Альбентабс 360 за різними схемами. Кров відбирали до задавання препаратів на 5-ту та 10-ту добу після останнього застосування лікарського засобу. До проведення досліджень у хворих телиць усіх дослідних груп спостерігали знижену кількість еритроцитів, вмісту гемоглобіну та гематокриту, що є ознакою анемії. За результатами досліджень встановлено, що ін'єкційний препарат Промектин 1 % є достатньо ефективним як за одно-, так і за дворазового застосування. На 10-ту добу після останнього прийому препарату тваринами кількість еритроцитів підвищувалася до рівня фізіологічних меж, а вміст гемоглобіну збільшився на 15 % за умови одноразової дачі препарату і на 6 % при застосуванні промектину 2 дні поспіль. Альбентабс 360 виявився ефективним тільки за умови дворазового застосування. А саме, на 10-ту добу після останнього застосування препарату в дослідних тварин кількість еритроцитів підвищилася на 11 %, досягнувши рівня фізіологічних меж, а вміст гемоглобіну підвищився на 7 % та у всіх групах на кінець лікування залишався за межами фізіологічної норми. За умови одноразового застосування Альбентабс 360 виявився неефективним – кількість еритроцитів знизилася на кінець дослідів на 8 %, а гемоглобіну на 7 % порівняно з показниками до лікування.

Ключові слова: трихуроз, Промектин, Альбентабс 360, гематологічні показники.

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ БОЛЬНОГО ТРИХУРОЗОМ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМАХ ЛЕЧЕНИЯ

Т. С. Шевченко,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Трихуроз относится к числу распространенных гельминтозов животных. Заболевание у крупного рогатого скота вызывается двумя видами нематод рода *Trichuris*: *T. ovis* и *T. skrjabini*, которые паразитируют в основном в слепой и ободочной кишках. Трихуриды, проникая в слизистую оболочку кишечника, вызывают воспаление, отеки, необратимые изменения в местах поражения. При высокой степени инвазии трихуроз проявляется клинически в виде диареи, истощения, интоксикации и гибели. В статье приведены результаты исследований изменений гематологических показателей крови больных трихурозом телок после применения препаратов при различных схемах лечения. Для проведения опыта в условиях СПП «РВД-Агро» было сформировано 5 групп телок 6–18-ти месячного возраста, которым применяли препараты Промектин 1 % и Альбентабс 360 по разным схемам. Кровь отбирали до дачи препаратов на 5-й и 10-й день после последнего применения лекарственного средства. К проведению исследований у больных телок всех исследуемых групп отмечали пониженное количество эритроцитов, гемоглобина и гематокрита, что является признаком анемии. По результатам исследований доказано, что инъекционный препарат Промектин 1 % является достаточно эффективным как с одно-, так и в случае двукратного применения. На 10-й день после последнего приема препарата животными количество эритроцитов повышалось до уровня физиологических норм, а количество гемоглобина увеличилось на 15 % при однократном приеме препарата и на 6 % при применении промектина 2 дня подряд. Альбендазол 360 оказался эффективным только при двукратном применении. В частности, на 10 день после последнего применения препарата у подопытных животных количество эритроцитов повысилось на 11 %, достигнув уровня физиологических норм, а гемоглобин повысился на 7 %, и во всех группах на конец лечения оставался вне физиологической нормы. При однократном применении Альбентабс 360 оказался неэффективным – количество эритроцитов снизилось на конец опыта на 8 %, а гемоглобина на 7 % по сравнению с показателями до лечения.

Ключевые слова: трихуроз, Промектин, Альбентабс 360, гематологические показатели.

Вступ

У структурі валової продукції сільського господарства тваринництво становить понад 38 %. Перше місце у структурі тваринництва займає скотарство м'ясо-молочного напрямку, але у приміських зонах переважає молочно-м'ясний напрям. Молочний напрям скотарства розвинуто лише в окремих районах, орієнтованих на великі молокопереробні підприємства й міста. Наступний важливий напрям у структурі скотарства – це виробництво яловичини [20, 21]. Лідерами з виробництва м'яса є Карпати, далі йде Полісся, Лісостеп і Степ. Найвища концентрація поголів'я великої рогатої худоби у Пра-

вобережному Лісостепу і на заході Поліської зони. В Україні м'ясо яловичини переважно одержують за рахунок забою поголів'я молодняку та вибракуваного поголів'я дорослої худоби молочних і молочно-м'ясних порід [7]. Перешкодою на шляху отримання якісної продукції скотарства у більшості господарств є захворювання великої рогатої худоби на гельмінтози [11]. Одним з поширених захворювань, яке сприяє недоотриманню приростів молодняку великої рогатої худоби та зниженню кількості й якості молочної сировини, є трихуроз [10].

Найбільш часто реєструється трихуроз, що викликається *T. ovis* і *T. skrjabini* [3].

Захворювання трапляється в Московській області у 33 % великої рогатої худоби, Смоленській області у 7,1 % корів, 32,7 % поголів'я великої рогатої худоби в Гірському Алтаї, 35,7 % тварин Бурятії [1, 6]. Трихуриси виявлені у великої рогатої худоби в Казахстані [8], Узбекистані, Киргизстані [4, 19], а також в Індії, Бразилії, Австралії [22, 23], Канаді, США і в інших країнах [2, 14, 16]. В Україні трихуроз великої рогатої худоби є недостатньо вивченим і наукових даних з цієї теми обмаль.

Дослідники інших країн [12, 15] вивчали зміни показників крові хворих тварин, інвазованих трихурисами, оскільки «картина крові» дає повноцінні дані щодо стану здоров'я та резистентності живого організму. Вчені відмічали зменшення кількості еритроцитів та гемоглобіну у хворих на трихуроз овець та великої рогатої худоби. Тому для підтвердження даних інших дослідників та для виявлення динаміки лікування доцільним є визначення оптимальних доз антгельмінтика за наявності трихурозу великої рогатої худоби та визначення змін гематологічних показників крові під впливом лікарських засобів. Виявлення таких даних має вирішальне значення для отримання в результаті якісної продукції тваринництва [5, 18].

Мета дослідження полягає у з'ясуванні впливу вітчизняних терапевтичних препаратів на гематологічні показники крові великої рогатої худоби за наявності трихурозу.

Завдання досліджень: визначити динаміку змін гематологічних показників крові хворих на трихуроз телиць протягом лікування, застосовуючи різні схеми використання лікарських засобів.

Матеріали і методи досліджень

Досліди проводилися в осінньо-зимовий період 2017–2018 років на базі наукової лабораторії паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. В умовах сільськогосподарського приватного підприємства «РВД-Агро» с. Червона Слобода Черкаської області було відібрано 25 голів хворих на трихуроз телиць 6–12-ти місячного віку. Діагноз на трихуроз був поставлений попередньо за допомогою гельмінтоовоскопічних методів згідно з методикою В. Н. Трача [17]. З метою виключення порушень обміну речовин у результаті аліментарних причин для діагностики та порівняння була відібрана кров від 5 здорових телиць 6–12-ти місячного віку, які знаходилися в однакових умовах утримання та годівлі з групами хворих тварин. Дослідних хворих на трихуроз тварин було розділено на 5 груп, по 5 голів у кожній. Першій групі, у якій інтенсивність інвазії становила $16,8 \pm 8,33$ ЯГФ, задавали препарат Промектин 1 % підшкірно одноразово у дозі 1 мл / 50 кг маси тіла. Другу групу сформовано з хворих на трихуроз тварин за інтенсивності інвазії $16,0 \pm 9,03$ ЯГФ. Телицям цієї групи задавали цей же препарат дворазово з інтервалом 24 год. у такій самій дозі. Третій групі застосовували препарат Альбентабс 360 внутрішньо одноразово в дозі 1 табл. / 50 кг маси тіла (інтенсивність інвазії – $27,2 \pm 11,30$ ЯГФ). Четверта група з інтенсивністю трихурозної інвазії $27,2 \pm 10,46$ ЯГФ, отримувала Альбентабс 360 дворазово з інтервалом 24 год. внутрішньо в однаковій дозі. П'ята група була контрольною. Дослідження крові телиць проводили до задавання препаратів та на 5-ту і 10-ту добу після останньої дачі препарату. Зразки крові стабілізувалися 2 % ЕДТА та були направлені на дослідження в Науково-дослідний центр біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Визначали рівень у крові гемоглобіну, гематокрит, середній об'єм еритроцита (МСV), середню масу гемоглобіна в еритроциті (МСНС), кольоровий показник, ШОЕ, кількість еритроцитів, тромбоцитів, лейкоцитів, еозинофілів, базофілів, паличкоядерних, сегментоядерних, лімфоцитів та моноцитів.

Розрахунок середньостатистичних даних та рівень вірогідності проводився за допомогою комп'ютерної програми MS Excel та таблиці критеріїв Ст'юдента [13].

Результати досліджень та їх обговорення

Гематологічні показники крові хворих на трихуроз та клінічно здорових телиць до початку лікування представлені в таблиці 1.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

1. Гематологічні показники крові хворих на трихуроз та клінічно здорових телиць до задавання препаратів $M \pm m$ (n=5)

Показники	Клінічно здорові телиці	Групи тварин (хворі телиці)					Фізіол. межі
		Контрольна	Дослідні групи				
			1	2	3	4	
Еритроцити, Т/л	5,9±0,29	4,5±0,51*	4,2±0,39**	4,5±0,80	4,8±0,59	4,7±0,65	5–7,5
Лейкоцити, Г/л	6,9±0,69	7,9±0,98	8,1±0,55	6,6±0,93	7,3±0,88	7,3±1,30	6–12
Гемоглобін, г/л	99,4±1,63	92,0±1,78	73,7±3,38***	81,0±8,0*	81,7±2,33***	81,3±8,29	92–125
Гематокрит, %	36,4±1,59	22,2±2,53**	24,0±4,04*	24,3±4,48*	23,7 ±2,19**	25,0±3,51*	35–45
MCV, фл (10–15/л)	51,6±1,32	49,3±1,81	56,1±4,38	53,9±3,45	49,7±1,61	53,4±1,9	40–60
MCH, пг (10–12 г)	16,9±0,19	16,0±0,29	17,7±1,4	18,6±2,70	17,4±1,53	17,6±1,6	15–20
MCHC,%	33,8±0,83	31,2±0,23	32,2±5,0	35,3±7,10	34,9±2,09	33,2±4,1	26–34
Кол. пок. од.	1,0±0,02	0,96±0,03	1,28±0,41	0,94±0,05	1,01±0,01	1,03±0,04	0,85–1,15
ШОЕ, мм/ч	1,8±0,37	1,6±0,24	2,7±0,33	2,0±0,58	2,7±0,88	2,0±0,58	0,5–1,5
Тромбоцити, Г/л	256±9,87	245±10,49	358±22,43**	524±60,48**	431±59,08*	475±29,94***	250–800
Базофіли	0	0	0	0	0	0	0–2
Еозинофіли	5,2±0,73	5,6±0,67	4,0±0,58	5,0±0,58	4,7±0,33	4,3±0,67	3–8
Паличкоядерні	3,4±0,4	3,0±0,31	3,7±0,33	3,3±0,88	4,3±0,33	4,0±0,58	2–5
Сегментоядерні	29,4±0,67	30,4±1,03	29,7±1,86	31,3±1,76	28,7±1,45	28,7±1,45	20–35
Лімфоцити	57,2±1,06	56,6±0,93	57,3±1,45	58,7±1,86	56,7±2,03	57,3±1,45	40–75
Моноцити	4,8±0,73	4,4±0,75	4,0±0,58	4,0±0,58	4,7±0,33	5,0±0,58	2–7

Примітки: *– $P > 0,95$, **– $P > 0,99$, ***– $P > 0,999$ – відносно показників клінічно здорових тварин.

2. Гематологічні показники хворих на трихуроз телиць на 5-ту добу після лікування $M \pm m$ (n=5)

Показники	Групи тварин (хворі телиці)					Фізіологіч-ні межі
	Контроль-на	Дослідні групи				
		1	2	3	4	
Еритроцити, Г/л	4,4±0,44	3,7±0,71	4,3±0,48	4,5±0,44	4,8±0,12	5–7,5
Лейкоцити, 109/л	7,8±0,89	6,7±0,35	7,6±2,19	6,1±1,73	7,9±0,7	6–12
Гемоглобін, г/л	85,5±1,75	66,3±10,36	75,7±4,33	78,0±3,46	79,7±1,76	92–125
Гематокрит, %	28,6±1,5	17,8±2,02*	20,1±3,13	19,7±1,87*	22,4±1,16*	35–45
MCV, фл (10–15/л)	66,3±5,08	45,9±2,19*	46,7±3,49*	44,1±0,30*	45,1±1,47*	40–60
MCH, пг (10–12 г)	20,8±1,27	17,1±0,51	17,9±0,99	17,6±0,93	16,9±0,58	15–20
MCHC, %	30,2±1,24	34,5±1,52	38,9±4,27	39,9±1,97*	37,6±0,33*	26–34
Кольор. пок. од.	0,91±0,06	0,81±0,09	0,97±0,05	0,96±0,05	0,93±0,03	0,85–1,15
ШОЕ, мм/ч	1,6±0,40	2,0±0,58	2,33±0,67	1,67±0,33	2,17±0,44*	0,5–1,5
Тромбоцити, Г/л	245±11,13	407±110,00	554±20,07***	498±67,10*	488±142,06	250–800
Базофіли	0	0	0	0	0	0–2
Еозинофіли	5,6±0,60	1,7±0,67*	1,0±0**	1,7±0,88*	1,3±0,33**	3–8
Паличкоядерні	2,6±0,24	3,7±1,2	3,7±1,33	2,7±1,2	3,0±0,58	2–5
Сегментоядерні	29,6±1,25	24,7±1,76	33,3±1,86	28,7±4,63	32, 3±1,86	20–35
Лімфоцити	56,4±0,51	61,0±1,52*	59,7±2,60	62,3±6,49	60,0±1,0*	40–75
Моноцити	5,2±0,37	5,0±0,57	4,3±0,88	4,7±0,88	3,3±0,33*	2–7

Примітки: *– $P > 0,95$, **– $P > 0,99$, ***– $P > 0,999$ – відносно показників тварин контрольної групи.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Згідно з отриманими даними в контрольній та дослідних групах до лікування відмічали ознаки залізодефіцитної анемії, що супроводжувалася зниженням кількості еритроцитів на 19–29 %, гемоглобіну на 6,4–9,7 %, та гематокриту на 31–39 %, порівняно з показниками клінічно здорових тварин. Такий стан організму у хворих тварин пояснюється порушенням засвоєння поживних речовин у результаті подразнення слизової оболонки кишечника гельмінтами роду *Trichuris*.

Результати гематологічних досліджень крові дослідних та контрольної груп тварин на 5-ту та 10-ту добу після останнього прийому препарату представлені в таблиці 2 та 3.

3. Гематологічні показники хворих на трихуроз телиць на 10-ту добу після лікування $M \pm m$ (n=5)

Показники	Групи тварин (хворі телиці)					Фізіологічні межі
	Контрольна	Дослідні групи				
		1	2	3	4	
Еритроцити, Т/л	4,2±0,39	5,2±0,5	5,3±0,15	4,4±0,23	5,2±0,23	5–7,5
Лейкоцити, Г/л	7,6±0,87	4,9±0,21*	8,6±1,3	7,9±1,25	6,4±0,20	6–12
Гемоглобін, г/л	80,0±3,5	86,7±2,72	86,3±1,45	75,7±0,88	86,7±1,76	92–125
Гематокрит, %	27,2±2,33	23,7±1,2	24,2±0,58	20,1±0,37*	23,6±1,15	35–45
MCV, фл (10–15/л)	65,3±5,01	49,9±3,14	46,1±1,59*	46,0±0,64*	45,0±0,53*	40–60
MCH, пг (10–12 г)	19,4±1,15	15,2±2,57	16,4±0,40	17,3±0,71	16,6±0,42	15–20
MCHC, %	30,1±2,06	35,9±1,59	35,7±1,37	37,6±0,89*	36,9±1,01*	26–34
Кольор. пок. од.	1,04±0,05	0,94±0,03	0,89±0,02*	0,94±0,04	0,9±0,02	0,85–1,15
ШОЕ, мм/ч	3,0±0,95	2,0±0,29	2,33±0,67	2,0±0,58	2,67±1,2	0,5–1,5
Тромбоцити, 109/л	234±13,43	537±92,14*	246±13,77	592±28,91***	234±148,31	250–800
Базофіли	0	0	0	0	0,33±0,33	0–2
Еозинофіли	5,8±0,58	0,3±0,33**	0,7±0,33**	2,0±1,53	1,0±0,58**	3–8
Паличкоядерні	3,0±0,55	3,7±1,45	2,7±0,88	3,7±0,88	3,0±0,58	2–5
Сегментоядерні	29,6±1,43	30,0±4,51	31,0±0,58	31,7±1,45	42,3±10,5	20–35
Лімфоцити	55,6±0,87	53,3±2,73	63,0±1,73*	58,7±1,45	42,7±20,41	40–75
Моноцити	5,4±0,81	3,3±0,67	2,7±0,33*	4,0±0,58	1,3±0,33**	2–7

Примітки: * – $P > 0,95$, ** – $P > 0,99$, *** – $P > 0,999$ – відносно показників тварин контрольної групи.

Аналізуючи дані таблиці 2 та 3, на 5-ту добу лікування у тварин 1-ї, 2-ї та 3-ї дослідних груп відмічали зниження кількості еритроцитів на 12,4 та 6 % відповідно відносно показників цих груп до лікування. У 4-й групі спостерігалася незначне підвищення кількості еритроцитів на 2 % відносно показників до лікування. Та на 10-ту добу після застосування препаратів у 1-ї, 2-ї та 4-ї групі кількість еритроцитів зросла на 24, 18 та 11 % і досягла показників фізіологічних меж, а у 3-й групі рівень еритроцитів знизився на 8 % порівняно з показниками до лікування.

Вміст гемоглобіну на 5-ту добу лікування знизився у всіх дослідних групах на 10, 6, 4 та 2 % відповідно, а на 10-ту добу після застосування препаратів зріс у 1-ї, 2-ї та 4-ї групі на 15,6 та 7 % відповідно, та показники не досягли фізіологічних меж; а у 3 групі показник знизився на 7 % порівняно з показниками до застосування препаратів.

Рівень гематокриту на 5-ту добу після останнього застосування препарату у всіх дослідних групах знизився на 10–20 %, тоді як на 10-й день лікування показники були нижчими від початкових значень у 1-ї та 2-ї групі на 1 %, у 3-ї – на 15 %, у 4-ї – на 5 %, не досягаючи фізіологічних меж.

Позитивна динаміка кількісних показників еритроцитів та гемоглобіну в 1-ї, 2-ї та 4-ї дослідних групах пояснюється тим, що в цих групах застосування лікарських засобів за встановленими методами проявило 100 % терапевтичну ефективність, тоді як у 3-ї групі застосування таблеток Альбен-табс 360 одноразово не дало бажаного терапевтичного ефекту і тільки 40 % тварин цієї групи звільнилися від паразитів.

Водночас на 5-ту добу відмічали достовірне зниження кількості еозинофілів у всіх дослідних групах, що пояснюється зменшенням запальних процесів у внутрішніх органах. У 1-ї групі рівень еозинофілів знизився на 57 % ($P > 0,95$), у 2-ї групі на 80 % ($P > 0,99$), у 3-ї – на 64 % ($P > 0,95$), у 4-ї – на 70 % ($P > 0,99$). На 10-й день після лікування кількість еозинофілів залишалася в межах попередніх значень.

На 5-й день досліджень спостерігалася у всіх дослідних групах підвищення рівня МСНС на 10, 20,

25 та 30 % ($P > 0,95$). На 10-ту добу рівень МСНС залишався підвищеним, перебуваючи за межами фізіологічної норми.

Усі інші гематологічні показники в дослідних телиць протягом експерименту були в межах фізіологічної норми.

Отримані дані підтверджують результати досліджень інших науковців, які вивчали проблему трихуризу жуйних тварин. Зокрема, Пігіна С. Ю. на 15-ту добу після експериментального зараження телят *T. ovis*, відмічала зниження кількості еритроцитів на 14,3 %, рівня гемоглобіну на 14,5 % та підвищення кількості лейкоцитів на 8,6 % [15]. Гареев А. Г., вивчаючи трихуризу овець, також спостерігав у хворих тварин зниження кількості еритроцитів і гемоглобіну, а також нейтрофільний лейкоцитоз зі зміщенням ядра вліво [9].

Крючкова О. М. на 60-й день після експериментального зараження овець *T. ovis* відмічала у хворих тварин зниження кількості гемоглобіну на 28,2–32,1 %, еритроцитів на 31–22,1 %, підвищення рівня лейкоцитів на 10,8–29,9 % та ШОЕ на 15,91–27,27 %. Через 30 діб після лікування хворих овець фенуром спостерігалось підвищення гемоглобіну на 17 %, еритроцитів на 19 % та зниження кількості лейкоцитів та ШОЕ на 16 та 25 % відповідно [12].

Висновки

У тварин, хворих на трихуризу, згідно з гематологічним аналізом крові спостерігаються ознаки залізодефіцитної анемії. На це вказують зниження кількості еритроцитів, гемоглобіну та гематокриту у крові всіх дослідних груп. Методи лікування, які були застосовані в 1-й, 2-й та 4-й дослідних групах, проявляють 100 %-у ефективність і позитивно впливають на показники гематологічного аналізу крові. При застосуванні Промектину 1 % одноразово (1 група) на 10-ту добу після останнього застосування лікарських засобів, кількість еритроцитів збільшувалася на 24 %, вміст гемоглобіну – на 15 %. При застосуванні промектину 2 дні поспіль (2-га група) у тварин на 10-ту добу після останнього прийому препарату відмічали достовірне підвищення кількості еритроцитів на 18 % та рівень гемоглобіну зростав на 6 %. Після застосування альбентабсу дворазово відмічали підвищення кількості еритроцитів на 11 % та підвищення рівня гемоглобіну на 7 %. Неефективним є застосування Альбентабсу 360 одноразово (3 група) за наявності трихуризу ВРХ. На кінець експерименту у тварин спостерігалось зниження кількості еритроцитів на 8 % та рівня гемоглобіну на 7 % порівняно з показниками до задавання препарату.

По закінченню досліду у тварин усіх дослідних груп відмічалось зниження кількості еозинофілів на 57, 80, 64 та 70 % відповідно, що є ознакою звільнення організму від паразитів, та достовірне підвищення значення МСНС на 10, 20, 25 та 30 %, показники яких були за межами фізіологічних норм.

Перспективи подальших досліджень. Виявити зміни біохімічних показників крові хворої на трихуризу великої рогатої худоби відповідно до схем лікування.

References

1. Abdullaev, H. S. (2007). Formirovanie parazitarnoy sistemy v organizme krupnogo rogatogo skota i mery borby s parazitozami v Nechernozemnoj zone Rossijskoj Federacii. *Extended abstract of candidate's thesis*. Ivanvskaya gosudarstvennaya selskohozyajstvennaya akademiya im. D. K. Belyaeva, Ivanovo [In Russian].
2. Abramov, V. E. Trihocefalez ovec (biologiya, immunitet, terapiya). *Extended abstract of candidate's thesis*. Moskva. [In Russian].
3. Artyuh, E. S. (1950). O novyh vidah trihocefalov zhvachnyh. *Sbornik rabot po gelmintologii posvyashennyh 40-letiyu nauchnoj deyatel'nosti K. I. Skryabina i 20-letiyu VIGIS*, 48–49 [In Russian].
4. Artyuh, E. S. (1942). Opyt revizii trihocefalov zhvachnyh. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moskva. [In Russian].
5. Bagmanova, N. N. (2003). Kompleksnaya terapiya zhivotnyh pri gelmintozah s ispolzovaniem antgelmintikov i immunomodulyatorov. *Extended abstract of candidate's thesis*. Ivanvskaya gosudarstvennaya selskohozyajstvennaya akademiya im. D. K. Belyaeva, Ivanovo [In Russian].
6. Baysarova, Z., & Ayshanov, S. (2017). Regularities of formation of parasitocenoses in cattle on a stabled and pastured management regime. *Rossiyskij Parazitologicheskij Zhurnal*, 3 (2), 131–134. doi: 10.12737/20054 [In Russian].
7. Boiko, O. O. (2012). Sezonna dinamika chyselnosti nematod kopytnyh pryrodnogo zapovidnyka

«Dniprovsko-Orilskij». *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, Medicine*, 3 (2), 15–19. doi: 10.15421/021226 [In Ukrainian].

8. Bondareva, V. I. (1940). K voprosu o rasprostraneni vzhnejshih gelmintofov selskohozyajstvennyh zhivotnyh v Vostochno-Kazahstanskoj oblasti. *Nauchnye Trudy Kazahskogo NIVI*, 4, 261–275 [In Russian].

9. Gareev, A. G. (1983). Trihotsefalez ovets i razrabotka ratsionalnyh mer borby s nim v usloviyah Bashkirskogo Yuzhnogo Urala (epizootologiya, patogenez, klinicheskaya kartina, terapiya i profilaktika). *Extended abstract of candidate's thesis*. Bashkirskij Ordena trudovogo krasnogo znameni selskohozyajstvennyj institut, Ufa [In Russian].

10. Efremov, A. (2016). Osobennosti gelmintofov u krupnogo rogatogo skota i ovec v Kaliningradskoj oblasti. *Rossijskij Parazitologicheskij Zhurnal*, 3, 319–324. doi: 10.12737/2165 [In Russian].

11. Efimov A. V. (1946). Gelmintofauna selskohozyajstvennyh i Nekotoryh dikih zhivotnyh. *Nauchnye Trudy Kazanskogo NIVI*, IX, 124–134 [In Russian].

12. Kryuchkova, E. N. (1997). Trihocefalez zhvachnyh zhivotnyh v Centralnom rajone Nechernozemnoj zony Rossijskoj Federacii (erizootologiya, patogenez, lechenie). *Extended abstract of candidate's thesis*. Ivanvskaya gosudarstvennaya selskohozyajstvennaya akademiya im. D. K. Belyaeva, Ivanovo [In Russian].

13. Lapach, S. N., Chubenko, A. V., & Babich, P. N. (2001). *Statisticheskie metody v mediko-biologicheskikh issledovaniyah s ispolzovaniem Excel*. Kiev: Morion [In Russian].

14. Machulskij, S. N. (1955). Dikie parnokopytnye kak rezerventy gelmintoznyh zabolevanij selskohozyajstvennyh zhivotnyh Buryat-Mongolskoj ASSR. *Trudy Buryat-Mongolskogo Zoveterinarnogo Instituta*, 9, 163–172 [In Russian].

15. Pigina, S. Yu. (2007). Epizootologiya trihocefaleza krupnogo rogatogo skota v usloviyah Severnogo Kavkaza i razrabotka optimalnyh doz antigelmintikov. *Extended abstract of candidate's thesis*. Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut gelmintologii im. K. I. Skryabina, Moskva [In Russian].

16. Samobochij, A. V. (2000). Epizootologicheskaya harakteristika gelmintofov krupnogo rogatogo skota i mery borby s nimi na yuge Zapadnoj Sibiri. *Extended abstract of candidate's thesis*. Barnaul [In Russian].

17. Trach, V. N. (1992). *Rekomendacii po primeneniyu novogo metoda ucheta yaits gelmintov i cyst prostejschyh v fekalijah zhivotnyh*. Kiev [In Russian].

18. Shkodin, N. E. (1957). K voprosu biologii vzbuditelya trihocefaleza ovec. *Trudy Kirgizskogo NII Zhivotnovodstva i Veterinarii*, 13, 17–21 [In Russian].

19. Al-Albudi, M., & Omar, M. (2017). Prevalence of Gastrointestinal Nematodes of Farm Animals by Copro-Culture. *Russian Journal of Parasitology*, 3 (2), 168–174. doi: 10.12737/20059.

20. Bisset, S. A., Vlassoff, A., West, C. J., & Morrison, L. (1997). Epidemiology of nematodosis in Romney lambs selectively bred for resistance or susceptibility to nematode infection. *Veterinary Parasitology*, 70 (4), 255–269. doi: 10.1016/s0304-4017(96)01148-x.

21. James, R. (1979). Zur prufung von panacur in Australien. *Blauen Hofte Tierarztl*, 59, 465–474.

22. Chan, M. S., Medley, G. F., Jamison, D., & Bundy, D. A. P. (1994). The evaluation of potential global morbidity attributable to intestinal nematode infections. *Parasitology*, 109 (3), 373–387. doi: 10.1017/s0031182000078410.

23. Condi, G. K., Soutello, R. G. V., & Amarante, A. F. T. (2009). Moxidectin-resistant nematodes in cattle in Brazil. *Veterinary Parasitology*, 161 (3–4), 213–217. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.01.031.

Стаття надійшла до редакції 22.06.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шевченко Т. С. Гематологічні показники крові хворої на трихуроз великої рогатої худоби відповідно до різних схем лікування. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 139–145.

© Шевченко Тетяна Сергіївна, 2019

COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF THE METHODS OF COPROOVOSCOPIC DIAGNOSING SHEEP STRONGYLOIDOSIS

S. S. Sorokova,

ORCID ID [0000-0003-2507-4930](https://orcid.org/0000-0003-2507-4930), E-mail: svetagir1911@gmail.com

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

At present, sheep breeding, as well as livestock farming in general, acquires a significant social-political importance. For the successful development of this industry, it is necessary to ensure the veterinary well-being of the livestock population in relation to parasitic diseases, in particular strongyloidosis. Flotation methods are used for lifetime diagnosing nematodoses, including strongyloidosis. Scientists' experience shows, that all flotation diagnostic methods reveal different effectiveness in detecting different types of nematode eggs. Therefore, the purpose of the research was to conduct a comparative analysis of the improved method of coproovoscopic diagnostics by the indicators of diagnostic effectiveness as compared with the well-known methods. The work was done in the laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expert Examination at Poltava State Agrarian Academy. The method improvement was carried out by making changes to the basic methodology (of Kotelnikov-Khrenov), namely, the composition of the flotation solution and the period of settling down fecal suspension were changed. It has been experimentally established that all the studied methods of coproovoscopic diagnostics (Dakhno, 2003; Natiagla et al., 2016; Kotelnikov-Khrenov, 1972 and the improved one) can detect nematode eggs of *Strongyloides papillosus* (Wedl, 1856) species in the feces samples. At the same time, the most diagnostically effective method was the improved method of lifetime coproovoscopic diagnostics, using a complex two-component mixture of inorganic salts with a specific gravity of $1.32-1.34 \text{ g/cm}^3$ as a flotation fluid. It was established that in terms of the number of positive samples, the improved method was more effective than those of Dakhno and Kotelnikov-Khrenov by 5 and 20 %, respectively. High levels of diagnostic effectiveness were also confirmed by quantitative indicators. Thus, in the conditions of production tests in terms of the average number of detected eggs of *Strongyloides* in the sample, the improved method was more effective than the analogues: of Kotelnikov-Khrenov – by 42.27 %, Dakhno – by 31.66 %, and the method of Natiagla et al. – by 23.23 %. Analyzing the process of the preparations' microscopy, made in different ways, it was found that the samples, that were made by the improved method were the most convenient (a small amount of foreign residues) for the research.

Key words: method, strongyloidosis, coproovoscopic diagnostics, flotation, effectiveness, nematode eggs, sheep.

ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СПОСОБІВ КОПРООВОСКОПІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ СТРОНГІЛОЇДОЗУ ОВЕЦЬ

С. С. Сорокова,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Сьогодні вівчарство, як і тваринництво загалом, набуває вагомого соціально-економічного значення. Для успішного розвитку цієї галузі необхідно забезпечити ветеринарне благополуччя поголів'я щодо паразитарних захворювань, зокрема стронгілоїдозу. З метою зажиттєвої діагностики нематодозів, в тому числі й стронгілоїдозу, використовують різні способи флотації. Як свідчить досвід науковців, усі флотаційні способи діагностики проявляють різну ефективність при виявленні яєць різних видів нематод. Тому метою дослідження було провести порівняльний аналіз удосконаленого

способу копроовоскопічної діагностики за показниками діагностичної ефективності порівняно із загальновідомими способами. Роботу виконували в умовах лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. Удосконалення способу здійснювали шляхом внесення змін до основної методики (Котельникова-Хренова), а саме змінено склад флотаційного розчину та термін відстоювання фекальної суспензії. Експериментальним шляхом доведено, що всі досліджувані способи копроовоскопічної діагностики (Дахно, 2003, Натяглої та ін., 2016, Котельникова-Хренова, 1972 та удосконалений) здатні виявляти у пробах фекалій яйця нематод виду *Strongyloides papillosus* (Wedl, 1856). Водночас найбільш діагностично ефективним виявився удосконалений спосіб зажиттєвої копроовоскопічної діагностики з використанням як флотаційної рідини складної двокомпонентної суміші неорганічних солей з питомою вагою 1,32–1,34 г/см³. Виявлено, що за показниками кількості позитивних проб удосконалений спосіб виявився ефективнішим за способи Дахно та Котельникова-Хренова на 5 та 20 % відповідно. Високі показники діагностичної ефективності підтверджувалися й кількісними показниками. В умовах виробничих випробувань за показником середньої кількості виявлених у зразку яєць стронгілоїдесів удосконалений спосіб виявився ефективнішим за способи аналогії: Котельникова-Хренова – на 42,27 %, Дахно – на 31,66 % та спосіб Натяглої й ін., – на 23,23 %. Аналізуючи процес мікроскопії препаратів, виготовлених різними способами, встановлено, що найбільш зручними (незначна кількість сторонніх решток) для дослідження виявилися зразки, виготовлені за удосконаленим способом.

Ключові слова: спосіб, стронгілоїдоз, копроовоскопічна діагностика, флотація, ефективність, яйця нематод, вівці.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ КОПРООВОСКОПИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СТРОНГИЛОИДОЗА ОВЕЦ

С. С. Сороковая,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

С целью прижизненной диагностики нематодозов, в том числе и стронгилоидоза овец, чаще всего используют флотационные способы диагностики. Они основываются на том, что в качестве флотационных растворов используют жидкости с удельным весом, превышающим удельный вес яиц гельминтов, при этом последние всплывают на поверхность такого раствора. В работе приведены данные относительно эффективности общепринятых способов копроовоскопической диагностики в сравнении с усовершенствованным. Доказано, что разработанный способ диагностики стронгилоидоза овец оказался более эргономичным и диагностически эффективнее.

Ключевые слова: нематодозы, стронгилоидоз, овцы, копроовоскопическая диагностика, комбинированный раствор.

Вступ

Вівчарство – єдина галузь тваринництва, яка постачає різноманітну продукцію з цілющими властивостями: дієтичну ягнятину, молоду баранину, молоко, делікатесні сири й бринзу, а також незамінну сировину – вовну, овчини, шкіру, вироби з яких щодо гігієнічних властивостей не мають аналогів, сприяючи збереженню здоров'я і продовженню життя людини [1].

Тому останнім часом розведення овець набуло значної популярності на території нашої держави. Загалом Україна займає 44-е місце у світі за щільністю поголів'я овець [1, 8].

Проте на заваді розвитку галузі вівчарства гостро постало питання збитків, спричинюваних паразитарними інвазіями, зокрема й стронгілоїдозом [11, 18, 19, 21–23]. *Strongyloides papillosus* – нематода, яка здатна уражати ягнят з перших тижнів життя, що пов'язано з можливістю аліментарного перкутанного та внутрішньоутробного зараження останніх [4, 5, 10–12, 16 25, 26]. На відміну від інфекційних і незаразних хвороб діагноз на гельмінтози може бути поставлений лише при знаходженні гельмінтів – збудників хвороби, їх фрагментів, яєць або личинок, для чого застосовують спеціальні способи діагностики [16, 24]. З метою зажиттєвої діагностики нематодозів, зокрема й стронгілоїдозу, частіше використовують способи флотації [14, 15, 17]. Вони ґрунтуються на тому, що як флотаційні розчини використовують рідини з питомою вагою, що перевищують питому вагу яєць гельмінтів, при цьому останні спливають на поверхню такого розчину [12, 13]. Нині відомо багато способів флота-

ційної діагностики, які мають різний ступінь ефективності. Наприклад, спосіб копроовоскопічної діагностики за І. С. Дахно (2003), з використанням як флотаційної рідини природного мінералу бішофіту, що є ефективнішим порівняно із загальновідомими способами за методом Фюллеборна та Котельникова-Хренова в середньому на 48,86 % і на 29,37 % при виявленні яєць нематод [5]. Більш сучасний спосіб І. В. Натяглої та ін., (2016) з використанням як флотаційної рідини комбінованого розчину цукру та натрію хлориду за даними дослідників, ефективніший на 21,5–47,4 %, 14,7–15,5 % та 5,4–9,9 % по відношенню до способів Фюллеборна, Котельникова-Хренова та Маллорі відповідно при діагностиці капіляріозу курей [3]. Водночас найбільш простим у виконанні вважається класичний спосіб копроовоскопічної діагностики за Г. О. Котельниковим та В. М. Хреновим, (1972) з використанням як флотаційної рідини насиченого розчину аміачної селітри. Незважаючи на велике різноманіття способів копроовоскопічної діагностики, практично всі методики мають свої недоліки, які суттєво знижують їх діагностичну ефективність.

Саме тому *метою* нашого дослідження було удосконалення способу копроовоскопічної діагностики стронгілоїдозу овець. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати таке *завдання*: експериментальним шляхом визначити ефективність удосконаленого та загальновідомих способів флотаційної діагностики за наявності стронгілоїдозу овець.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили впродовж 2018–2019 років на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії.

Встановлення ефективності загальновідомих та удосконаленого способу з метою виявлення яєць стронгілоїдесів здійснювали шляхом проведення експериментального дослідження. Копроовоскопічному дослідженню піддавали 20 проб фекалій, завідомо інвазованих яйцями стронгілоїдесів, які були відібрані в умовах вівчегосподарств Полтавської області. Одну й ту ж саму пробу фекалій від овець досліджували за способами: Дахно; Натяглої й ін.; Котельникова-Хренова згідно з методиками до них [2, 6, 7] та удосконаленим способом, згідно з яким як флотаційну рідину використовували комбінований розчин двох неорганічних солей з питомою вагою 1,32–1,34 г/см³, а відстоювання проб проводили впродовж 10–12 хвилин. Оцінювання способів проводили за показниками: кількості позитивних проб, середньої кількості виявлених яєць стронгілоїдесів (їх мінімального та максимального значення), а також наявності сторонніх решток та пухирців повітря різного розміру при мікроскопії препарату.

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили визначенням середнього арифметичного (М), його похибки (m) та рівня вірогідності (р) з використанням таблиці t-критеріїв Стьюдента.

Результати досліджень та їх обговорення

При вивченні ефективності способів копроовоскопічної діагностики за стронгілоїдозу овець доведено, що всі використані способи дослідження здатні виявляти яйця стронгілоїдесів, проте їхня ефективність виявилася неоднаковою (табл. 1).

1. Порівняльна ефективність способів копроовоскопічної діагностики стронгілоїдозу овець (n=20)

Спосіб дослідження	Позитивних проб, екз.	Виявлено яєць, ЯГФ	
		М±m	min–max
Удосконалений спосіб	20	84,40±5,27	56–120
За Котельниковим-Хреновим	16	44,50±5,41***	16–88
За Дахно	19	57,68±5,21**	24–96
За Натяглою й ін.	20	64,80±5,38*	24–104

Примітки: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001 – відносно показнику пропонованого способу.

За кількістю позитивних проб найбільш ефективним виявився удосконалений спосіб і спосіб дослідження за Натяглою та ін., тобто виявлено 20 позитивних проб, трохи менше способом за Дахно – 19. Найменше позитивних проб виявлено способом за Котельниковим-Хреновим. Отже, за показниками кількості позитивних проб удосконалений спосіб виявився ефективнішим на 5 та 20 % порівняно зі способами Дахно та Котельникова-Хренова відповідно. За показниками кількості виявлених

яєць стронгілоїдесів у 1 г фекалій пропонований спосіб виявився ефективнішим за інші способи. У 1 г фекалій удосконаленим способом в середньому знаходили 84,40±5,27 яєць, при коливаннях від 56 до 120 яєць в різних пробах. Тоді як способом за Натяглою й ін. – 64,80±5,38 яєць, при коливаннях від 24 до 104 яєць і дещо менше способом за Дахно – 57,68±5,21 яєць при варіюванні від 24 до 96 яєць у різних пробах. Найменш ефективним виявився спосіб Котельникова-Хренова. В середньому було знайдено лише 44,50±5,41 яєць в г фекалій при коливаннях кількості яєць від 16 до 88 в різних пробах. Варто зазначити, що за умови проведення мікроскопії у препаратах, виготовлених за пропонованим методом, виявляли найменшу кількість сторонніх решток та пухирців повітря. При дослідженні за допомогою способів Натяглої й ін. та Котельникова-Хренова одночасно виявляли велику кількість дрібних та незначну кількість великих за розмірами решток. Найгірший результат при проведенні мікроскопії показав метод Дахно. При дослідженні даним способом було виявлено велику кількість як дрібних, так і значних за розмірами сторонніх решток і пухирців повітря.

Аналізуючи літературні дані, встановлено, що на сьогодні у світі існує значна кількість способів копроовоскопічної діагностики. Водночас майже всі вони використовуються для діагностики групи захворювань (нематодозів, трематодозів тощо) і лише в окремих випадках науковці пропонують застосовувати методики для виявлення певних захворювань та вказують межі їхньої ефективності. У літературі виявлено способи копроовоскопічної діагностики з використанням насичених розчинів, виготовлених з використанням карбаміду а також кухонної солі та цукру. Автори зазначають, що вказані способи є ефективнішими за методи Котельникова-Хренова та Фюллеборна на 32–62,5 % та 13,13–72,32 % відповідно. Хоча ці методики запропоновані й для діагностики трихуриду й езофагостомозу свиней [9, 10].

У роботі наведені дані щодо ефективності як загальновідомих, так і розробленого нами способу. Порівняно їхні якісні та кількісні показники ефективності (число позитивних проб та середньої кількості яєць нематод у 1 г фекалій).

Проведені дослідження доводять високу діагностичну ефективність удосконаленого способу копроовоскопічної діагностики стронгілоїдозу овець що підтверджується статистичними даними. Спосіб за показником середньої кількості виявлених у зразку яєць стронгілоїдесів, тобто удосконалений спосіб, виявився ефективнішим за способи Котельникова-Хренова ($p<0,001$), Дахно ($p<0,01$), та Натяглої й ін. ($p<0,05$).

У зв'язку з вищенаведеним актуальність проведеної нами роботи не має сумніву. Отримані нами дані мають важливе практичне значення, адже дають змогу здійснювати науково обґрунтований вибір способу зажиттєвої діагностики стронгілоїдозу овець з урахуванням показників ефективності.

Висновки

Отже, за комплексною оцінкою порівнюваних у досліді способів доведено, що найбільшу ефективність при виявленні яєць нематод має удосконалений новий спосіб копроовоскопічної діагностики. Пропонований спосіб копроовоскопічної діагностики стронгілоїдозу овець перевищує ефективність методу Котельникова-Хренова – на 47,27 % ($p<0,001$); Дахно – на 31,66 % (0,01), Натяглої й ін. – на 23,22 % ($p<0,05$). Найбільшої діагностичної ефективності пропонований розчин набуває за умови відстоювання фекальної суспензії в проміжок часу від 10 до 12 хв. Встановлено, що в разі використання мікроскопії у препаратах, виготовлених за удосконаленим способом, виявляли найменшу кількість сторонніх решток та пухирців повітря.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується провести розрахунок економічної ефективності удосконаленого способу копроовоскопічної діагностики стронгілоїдозу овець.

References

1. Burkata, V. P. (Ed.). (2006). *Vivcharstvo Ukrainy*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
2. Dakhno, I. S., & Dakhno, Yu. I. (2010). *Ekolohichna helmintolohiia*. Sumy: Kozatskyi val [In Ukrainian].
3. Yevstaf'ieva, V. O., Huhosian, Yu. A., & Havryk, K. A. (2016). Porivnialna efektyvnist klasychnykh ta suchasnykh koproskopicnykh metodiv diahnostryky stronhiloidozu konei. *Problemy Zoonzhenerii ta Veterynarnoi Medytsyny: Zbirnyk Naukovykh Prats Kharkivskoi Derzhavnoi Zooveterynarnoi Akademii*, 33 (2), 126–130 [In Ukrainian].
4. Yevstafieva, V. O. (2007). Porivnialna efektyvnist koproskopicnykh metodiv diahnostryky

- parazytoziv tvaryn. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 110–111 [In Ukrainian].
5. Yevstaf'ieva, V. O., Melnychuk, V. V., & Lukash, K. (2016). Porivnialna efektyvnist flotatsiinykh metodiv diahnozyky nematodoziv husei. *Innovatsiini tekhnolohii ta intensyfikatsiia rozvytku natsionalnoho vyrobnytstva: materialy III mizhnar. nauk.-prakt. konf.* Ternopil: Krok [In Ukrainian].
6. Kotelnikov, H. A. (1974). *Dyagnostyka helmintofov zhyvotnykh*. Moskva: Kolos [In Russian].
7. Natiahla, I. V., Yevstafieva, V. O., & Melnychuk, V. V. (2017). *Rekomendatsii z diahnozyky, likuvannia ta profilaktyky kapilariozu kurei*. Poltava [In Ukrainian].
8. Novak, M. D., & Engashev, S. V. (2018). *Parazitarnye bolezni zhivotnykh: Uchebnoe posobie*. Moskva: RIOR.INFA-M [In Russian].
9. Yevstafieva, V. O., Manoilo, Yu. B., & Melnychuk, V. V. (2016). Patent Ukrainy 108380. Kyiv: Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy [In Ukrainian].
10. Halat, V. F., Melnychuk, V. V., Yevstafieva, V. O., & Pruhlo, V. O. (2015). Patent Ukrainy.
11. Abouzeid, N. Z., Selim, A. M., & El-Hady, K. M. (2010). Prevalence of gastrointestinal parasites infections in sheep in the Zoo garden and Sinai district and study the efficacy of an helminthic drugs in the treatment of these parasites. *Journal of American Science*, 6 (11), 544–551.
12. Chandrawathani, P., Omar, J., & Waller, P. J. (1998). The control of the free-living stages of *Strongyloides papillosus* by the nematophagous fungus, *Arthrobotrys oligospora*. *Veterinary Parasitology*, 76 (4), 321–325. doi: 10.1016/s0304-4017(97)00170-2.
13. Charlesworth, B. (2010). Sex Determination: A Worm Does It by Elimination. *Current Biology*, 20 (19), R841–R843. doi: 10.1016/j.cub.2010.08.032.
14. Dimitrijević, B., Borozan, S., Katić-Radivojević, S., & Stojanović, S. (2012). Effects of infection intensity with *Strongyloides papillosus* and albendazole treatment on development of oxidative/nitrosative stress in sheep. *Veterinary Parasitology*, 186 (3–4), 364–375. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.11.017.
15. Eberhardt, A. G., Mayer, W. E., & Streit, A. (2007). The free-living generation of the nematode *Strongyloides papillosus* undergoes sexual reproduction. *International Journal for Parasitology*, 37 (8–9), 989–1000. doi: 10.1016/j.ijpara.2007.01.010.
16. Jäger, M., Gauly, M., Bauer, C., Failing, K., Erhardt, G., & Zahner, H. (2005). Endoparasites in calves of beef cattle herds: Management systems dependent and genetic influences. *Veterinary Parasitology*, 131 (3–4), 173–191. doi: 10.1016/j.vetpar.2005.05.014.
17. Nakanishi, N., Nakamura, Y., Ura, S., Tsuji, N., Taira, N., Tanimura, N., & Kubo, M. (1993). Sudden death of calves by experimental infection with *Strongyloides papillosus*. III. Hematological, biochemical and histological examinations. *Veterinary Parasitology*, 47 (1–2), 67–76. doi: 10.1016/0304-4017(93)90176-n.
18. Nemetschke, L., Eberhardt, A. G., Hertzberg, H., & Streit, A. (2010). Genetics, Chromatin Diminution, and Sex Chromosome Evolution in the Parasitic Nematode Genus *Strongyloides*. *Current Biology*, 20 (19), 1687–1696. doi:10.1016/j.cub.2010.08.014.
19. Singh, D., Swarnkar, C., Khan, F., Srivastava, C., & Bhagwan, P. S. (1997). Epidemiology of ovine gastrointestinal nematodes at an organised farm in Rajasthan, India. *Small Ruminant Research*, 26 (1–2), 31–37. doi: 10.1016/s0921-4488(96)00988-1.
20. Sultan, K., Elmonir, W., & Hegazy, Y. (2016). Gastrointestinal parasites of sheep in Kafrelsheikh governorate, Egypt: Prevalence, control and public health implications. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 5 (1), 79–84. doi: 10.1016/j.bjbas.2015.12.001.
21. Taira, N., & Ura, S. (1991). Sudden death in calves associated with *Strongyloides papillosus* infection. *Veterinary Parasitology*, 39 (3–4), 313–319. doi: 10.1016/0304-4017(91)90048-z.
22. Taira, N., Nakamura, Y., Tsuji, N., Kubo, M., & Ura, S. (1992). Sudden death of calves by experimental infection with *Strongyloides papillosus*. I. Parasitological observations. *Veterinary Parasitology*, 42 (3–4), 247–256. doi: 10.1016/0304-4017(92)90066-i.
23. Ullah, N., Sayed Khan, M., & Shah, M. (2013). Infestation of helminthes parasite in sheep, *Ovis aries* (L.) in district Peshawar, Pakistan. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 3 (2), 28–34. doi:10.12692/ijb/3.2.28-34.
24. Ura, S., Taira, N., Nakamura, Y., Tsuji, N., & Hirose, H. (1993). Sudden death of calves by experimental infection with *Strongyloides papillosus*. IV. Electrocardiographic and pneumographic observations at critical moments of the disease. *Veterinary Parasitology*, 47 (3–4), 343–347. doi: 10.1016/0304-4017(93)90035-l.
25. Ura, S., Nakamura, Y., Tsuji, N., & Taira, N. (1992). Sudden death of calves by experimental infection with *Strongyloides papillosus*. II. Clinical observations and analysis of critical moments of the

disease recorded on videotape. *Veterinary Parasitology*, 44 (1–2), 107–110. doi: 10.1016/0304-4017(92)90148-3.

26. Ziomko, I. (2000). Experimental invasion of *Strongyloides papillosus* in sheep. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 44, 179–176.

Стаття надійшла до редакції 29.06.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Сорокова С. С. Порівняльна ефективність способів копроовоскопічної діагностики стронгілоїдозу овець. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 146–151.

© Сорокова Світлана Станіславівна, 2019

original article | UDC 619:616.636.3:636.7 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.20

PULSE WAVE DOPPLER ULTRASONOGRAPHY OF THE PANCREAS IN DOGS WITH ACUTE PANCREATITIS

A. G. Milastnaia,

ORCID ID: [0000-0002-2512-1509](https://orcid.org/0000-0002-2512-1509), E-mail: a.milastnaia@gmail.com,

V. B. Dukhnytskyi,

ORCID ID: [0000-0002-9670-1244](https://orcid.org/0000-0002-9670-1244), E-mail: dukhnytskyi_vb@nubip.edu.ua,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 16, Polkovnyka Potekhina Str., Kyiv, 03041, Ukraine

The study describes ultrasonographic methods currently used to assess the condition of dog pancreas. Ultrasonography was the first method that was used in human medicine, and subsequently introduced into veterinary medicine. At present ultrasonography is a method of choice for the evaluation of pancreatic diseases and is necessary as a diagnostic method for detecting organ anomalies, especially tumors. Innovative equipment technology has led to the emergence of advanced techniques that complement conventional B-mode ultrasound scanning such as pulse wave Doppler ultrasonography, elastography and high contrast ultrasonography, which enabled for more accurate diagnostics. Blood flow in the basilar and small arteries of the pancreas was studied by color and pulse wave Doppler ultrasonography defining the resistance index and subsequent comparing the data obtained from 80 dogs, clinical signs of acute pancreatitis were observed in 70 of them; 10 dogs were clinically healthy and made up the control group. The blood flow in the basilar arterial vessels of the abdominal trunk, the common liver, spleen and mesentery arteries and small vessels of the pancreas in terms of the internal vessel diameter (D, cm), the area of the longitudinal section of the vessel (S, cm²), the contours of the vessel and its involvement in the pathological process. The peripheral resistance index (Pourcelot, RI – resistance index) was calculated as the ratio of peak systolic and terminal diastolic rate difference to peak systolic rate ($RI = (Rps - Rtd)/Rps$). To determine the index of peripheral resistance, the quantitative parameters of blood flow were measured, in particular: peak systolic rate (Rps) – the maximum rate of blood flow in the investigated vessel; Rtd – terminal diastolic rate is the maximum rate of blood flow in the investigated vessel at the end of the diastole. The Doppler study provides information on vascular composition and hemodynamics in the blood vessels of different organs. In case of edema form of acute pancreatitis, the resistance index in the major vessels of the abdominal trunk increases by 4–7 % and in the small arteries of the pancreas decreases by 6–8 %. For pancreatic necrosis, the resistance index of major vessels increases by 10 % and small arteries of the pancreas decreases by 15–20 %. The prognostic criterion of developing pancreatic necrosis is the detection by the dynamic pulsed-wave Doppler ultrasonography of the unpaired visceral branches of the abdominal aorta with a stable increase in peak systolic blood flow rate by 20 %, the resistance index by 10 % and the resistance index in small arteries of the pancreas decreases by 20 % during the period from 1 to 6 days of starting the disease.

Keywords: ultrasonography, B-mode, PW-mode, Doppler, pancreatitis, dogs.

ІМПУЛЬСНО-ХВИЛЬОВЕ ДОПЛЕРІВСЬКЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ СОБАК, ХВОРИХ НА ГОСТРИЙ ПАНКРЕАТИТ

А. Г. Міластная, В. Б. Духницький,

Національний університет біоресурсів та природокористування України, вул. Полковника Потехіна, 16, м. Київ, 03041, Україна

У дослідженні йдеться про ультрасонографічні методи, що використовуються нині для оцінки стану підшлункової залози собаки. Ультрасонографія була методом, який застосували в гуманній

медицині, згодом її впровадили у ветеринарну медицину. Тепер ультрасонографію використовують для оцінки захворювань підшлункової залози та є необхідною як діагностичний метод виявлення аномалій органу, особливо новоутворень. Інноваційна технологія обладнання призвела до появи новітніх методик, що доповнюють звичайне ультразвукове сканування у В-режимі, таких як доплерографія, еластографія та ультрасонографія із підвищеною контрастністю, які дали змогу проводити більш точну діагностику. Доплерівське дослідження надає інформацію про судинну сітку та гемодинаміку у кровоносних судинах різних органів. Оцінювали плин крові в магістральних артеріальних судинах черевного стовбуру, загальній печінковій, селезінковій та брижовій артеріях і дрібних судинах підшлункової залози за показниками внутрішнього діаметру судини (D , см), площини позовжнього розрізу судини (S , см²), контурів судини та її залучення в патологічний процес. Вираховували індекс периферичного опору (Pourcelot, RI – resistive index) – відношення різниці пікової систолічної та кінцевої діастолічної швидкостей плин крові до пікової систолічної швидкості ($RI = (V_{ps} - V_{ed})/V_{ps}$). За наявності набрякової форми гострого панкреатиту індекс резистентності в магістральних судинах черевного стовбуру підвищується на 4–7 %, а у дрібних артеріях підшлункової залози знижується на 6–8 %. У разі панкреонекрозу індекс периферичного опору магістральних судин підвищується на 10 %, а дрібних артерій підшлункової залози знижується на 15–20 %. Прогностичним критерієм розвитку панкреонекрозу є виявлення за допомогою динамічної імпульснохвильової доплерографії непарних вісцеральних гілок черевного відділу аорти стабільного підвищення пікової систолічної швидкості плин крові на 20 % та індексу периферичного опору на 10 %, а у дрібних артеріях підшлункової залози на 20 % у період з 1 по 6 добу захворювання.

Ключові слова: ультрасонографія, В-режим, PW-режим, Допплер, панкреатит, собаки.

ИМПУЛЬСНО-ВОЛНОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ СОБАК ПРИ ОСТРОМ ПАНКРЕАТИТЕ

А. Г. Миластная, В. Б. Духницкий,

Национальный университет биоресурсов и природоиспользования Украины, ул. Полковника Потехина, 16, 03041, г. Киев, Украина

Исследование описывает ультрасонографические методы, используемые для оценки состояния поджелудочной железы у собак. Инновационная технология оборудования привела к появлению новейших методик, дополняющих обычное ультразвуковое сканирование в В-режиме, таких как доплерография, эластография и ультрасонография с повышенной контрастностью, которые позволили проводить более точную диагностику. Доплеровское исследование предоставляет информацию о сосудистой архитектуре и гемодинамике в сосудах различных органов. При отечной форме острого панкреатита индекс резистентности в магистральных сосудах брюшного ствола аорты повышался на 4–7 %, тогда как в мелких артериях поджелудочной железы снижался на 6–8 %. При панкреонекрозе индекс резистентности магистральных сосудов повышался на 10 %, а мелких артерий поджелудочной железы снижался на 15–20 %. Прогностическим критерием развития панкреонекроза является выявление в непарных висцеральных ветвях брюшного отдела аорты стабильного повышения пиковой систолической скорости кровотока на 20 %, а индекса резистентности на 10 %, а в мелких артериях поджелудочной железы снижение индекса резистентности на 20 % в период с 1 по 6 день заболевания.

Ключевые слова: ультрасонография, В-режим, PW-режим, Допплер, панкреатит, собаки.

Вступ

Захворювання підшлункової залози часто виникають у дрібних тварин, зокрема і собак, однак їх важко діагностувати через анатомічну недоступність підшлункової залози, неспецифічні клінічні ознаки та результати лабораторних досліджень [1–5]. Тому ультразвукове дослідження використовують усе частіше і нині воно є методом діагностики патології підшлункової залози в собак [4]. Акустична характеристика незміненої підшлункової залози включає визначення форми, контурів, розмірів, ехогенності внутрішньої структури і стану головної панкреатичної протоки. У ветеринарній літературі, оцінюючи ехоструктуру підшлункової залози, використовують суб'єктивне визначення її ехо-

генності порівняно із паренхімою печінки, при цьому відмічають ізо-, гіпо- або гіперехогенність, а також однорідність або навпаки неоднорідність структури залози із наявністю гіпер- або гіпоехогенних включень. Розрізненість і суб'єктивність даних неодмінно відображається на діагностиці й подальшому лікуванні [6–8].

Більшість дослідників вважають характерними ознаками панкреатиту при ультразвуковому дослідженні й такі: розширення протоки підшлункової залози, нерівномірність контурів залози, зміну ехоструктури, наявність псевдокіст тощо. Вважається, що чутливість ультразвукового дослідження складає 50–80 %, специфічність – 90 % [9–12].

Швидкий розвиток нових технологій дає змогу значно розширити діагностичні можливості ультразвукового дослідження. За допомогою ультразвукових сканерів, що використовують ефект Допплера, можна отримати дані про плин крові в артеріальних і венозних судинах. Зважаючи на те, що перші зміни в підшлунковій залозі виникають на рівні мікроциркуляторного русла, значення візуалізації паренхіматозного плинку крові для оцінки стану органу є надзвичайно важливим [13].

На теперішній час існує декілька ультразвукових методик, які базуються на ефекті доплерівського зсуву частот і дають можливість проводити дослідження судинної системи. Одна з них дозволяє відобразити вищезазначений ефект за допомогою кольорової шкали, що надає інформацію про швидкість і напрям руху крові (кольорове доплерівське картування), а інша – оцінити його амплітуду (енергетична доплерографія). Третя методика – імпульсно-хвильова доплерографія – забезпечує отримання більш об'єктивної інформації про стан плинку крові, оскільки базується на кількісних характеристиках (швидкісних і резистентних) [10–14].

Доплерівське дослідження надає в реальному часі інформацію щодо судинної сітки і гемодинаміки, а отримані дані є інформативними для оцінки некротичних змін за наявності гострого панкреатиту, однак у ветеринарній медицині дані щодо таких досліджень відсутні [15–20].

Метою нашого дослідження було визначити діагностичні критерії різних форм панкреатиту в собак за допомогою ультразвукового і доплерівського дослідження. Серед *завдань* досліджень такі: вивчити плин крові в магістральних та дрібних артеріях підшлункової залози собак, визначити індекс резистентності і зіставити отримані дані із клінічними проявами захворювання.

Матеріали і методи досліджень

Досліджували плин крові в магістральних та дрібних артеріях підшлункової залози шляхом кольорової та імпульснохвильової доплерографії з визначенням індексу резистентності та подальшим зіставленням отриманих даних у 80 собак, з яких у 70 тварин спостерігали клінічні ознаки гострого панкреатиту, а 10 собак були клінічно здоровими і склали контрольну групу. Оцінювали плин крові в магістральних артеріальних судинах черевного стовбуру, загальній печінковій, селезінковій та брижовій артеріях і дрібних судинах підшлункової залози за показниками внутрішнього діаметру судини (D , см), площини поздовжнього розрізу судини (S , см²), контурів судини та її залучення в патологічний процес. Вираховували індекс периферичного опору (індекс резистентності) (Pourcelot [19], RI – resistive index) – відношення різниці пікової систолічної та кінцевої діастолічної швидкостей плинку крові до пікової систолічної швидкості ($RI = (V_{ps} - V_{ed})/V_{ps}$). Для визначення індексу периферичного опору вимірювали кількісні параметри плинку крові зокрема: пікову систолічну швидкість (V_{ps} – peak systolic velocity) – максимальну швидкість плинку крові в досліджуваній судині; кінцеву діастолічну швидкість (V_{ed} – end diastolic velocity) – максимальну швидкість плинку крові в досліджуваній судині наприкінці діастоли. Дослідження проводили за допомогою апарату Philips HDI 4000, з використанням лінійних та конвексних ультразвукових датчиків з частотою від 5 до 15 МГц. Ультразвукове дослідження проводили в лежачому на спині або у правому чи лівому бічному положенні залежно від наявності факторів, що утруднюють візуалізацію підшлункової залози (велика кількість

брижового жиру, локалізований біль, наявність вмісту в кишечнику). Статистичні дані обробляли за допомогою програми Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Під час проведення досліджень виявлені типові особливості візуалізації підшлункової залози в собак контрольної групи. У процесі аналізу ехографічної картини і доплерівського спектру досліджуваних артерій було визначено кількісні значення основних параметрів (табл. 1, 2).

1. Кількісні показники доплерівського дослідження магістральних артерій черевної порожнини здорових собак у В- та PW-режимах ($M \pm m$)

Показник	Досліджувана судина			
	Черевна артерія a. coeliaca	Печінкова артерія (a. hepatica)	Селезінкова артерія (a. lienalis)	Брижова артерія (a. mesenterica)
D, см	0,48±0,08	0,4±0,005	0,4±0,007	0,45±0,007
S, см ²	0,21±0,03	0,2±0,005	0,2±0,007	0,21±0,007
Vps, см/с	92,0±2,6	68,2±2,1	63,1±2,3	107,3±4,9
Ved, см/с	29,1±0,7	19,0±0,7	21,1±1,4	14,1±1,2
RI	0,68±0,008	0,72±0,005	0,66±0,007	0,86±0,009

Примітки: D – діаметр судини, S – площа поперечного розрізу судини, Vps – пікова систолічна швидкість плинку крові, Ved – кінцева діастолічна швидкість плинку крові, RI – індекс резистентності.

Цифрові показники, які наведено в табл. 1 засвідчують те, що діаметр магістральних артерій черевної порожнини здорових собак суттєво не відрізнявся і був у межах від 0,4 см печінкової та селезінкової артерій до 0,48 см черевної артерії. Площина поперечного розрізу усіх досліджуваних магістральних артерій черевної порожнини здорових собак мала також близькі значення, які становили 0,2–0,21 см². Пікова систолічна швидкість плинку крові була найбільшою у брижовій артерії і становила 107,3±4,9 см/с, дещо меншою в черевній артерії – 92,0±2,6 см/с, а найбільшою в печінковій та селезінковій артеріях – 68,2±2,1 та 63,1±2,3 см/с відповідно.

Кінцева діастолічна швидкість плинку крові також залежала від кровеносної судини і була найбільшою черевній аорті, проміжне місце за цим показником займали селезінкова та печінкова артерії, а найбільша була встановлена у брижовій артерії (табл. 1).

Індекс периферичного опору (RI) магістральних артерій черевної порожнини у здорових собак був найбільшим у брижовій артерії, дещо меншим в печінковій, а найбільшим – у черевній та селезінковій артеріях.

2. Кількісні показники доплерівського дослідження дрібних артерій підшлункової залози здорових собак у В- та PW-режимах ($M \pm m$)

Показник	Ділянка підшлункової залози		
	Ліва доля	Тіло	Права доля
Vps, см/с	35,3±2,1	34,0±1,6	30,1±1,9
Ved, см/с	16,1±0,8	16,1±0,5	15,0±1,1
RI	0,54±0,007	0,53±0,005	0,51±0,005

Примітки: Vps – пікова систолічна швидкість плинку крові, Ved – кінцева діастолічна швидкість плинку крові, RI – індекс резистентності.

Пікова систолічна швидкість плинку крові у дрібних артеріях підшлункової залози становила від 30,1 до 35,3 см/с, кінцева діастолічна швидкість – від 15,0 у правій долі до 16,1 см/с у тілі залози та лівій долі. Індекс периферичного опору (RI) дрібних артерій різних частин підшлункової залози здорових собак не мав суттєвої різниці.

Дані ультразвукового моніторингу доплерографічних показників у собак із набряковою формою гострого панкреатиту наведені у таблицях 3 та 4.

3. Динаміка змін доплерографічних показників магістральних артерій черевної порожнини собак у разі набрякової форми гострого панкреатиту ($M \pm m$)

Показники плину крові	Доба від початку захворювання	Досліджувана судина			
		Черевна артерія a. coeliaca	Печінкова артерія (a. hepatica)	Селезінкова артерія (a. lienalis)	Брижова артерія (a. mesenterica)
RI	1–2	0,7±0,008*	0,74±0,008*	0,71±0,009*	-
	3–4	0,71±0,006*	0,75±0,007*	0,71±0,006*	-
	5–6	-	0,73±0,006*	0,69±0,007*	-
Ved, cm/c	1–2	-	23,9±1,1*	27,6±2,7*	20,5±2,1*
	3–4	-	24,1±0,9*	-	19,7±1,3*

Примітка: * – $p \leq 0,05$, порівняно із показниками у здорових тварин (табл. 1).

Індекс периферичного опору (RI) магістральних артерій черевної порожнини собак, хворих на набрякову форму гострого панкреатиту, вірогідно відрізнявся від показників здорових тварин. Зокрема, його показник у черевній артерії був більшим на 5 %, печінковій артерії – на 4 %, селезінковій артерії – майже на 8 %.

Кінцева діастолічна швидкість плину крові була також вірогідно більшою, ніж у здорових собак: на 27 % – у печінковій артерії, на 31 % – у селезінковій артерії та на 45 % – у брижовій артерії.

В умовах ультразвукового дослідження магістральних артерій черевної порожнини собак, хворих на набрякову форму гострого панкреатиту, деформації їхніх стінок не було встановлено.

4. Динаміка змін доплерографічних показників дрібних артерій підшлункової залози собак у разі набрякової форми гострого панкреатиту ($M \pm m$)

Показники крово- току	Доба від початку захворювання	Ділянка підшлункової залози		
		Права доля	Тіло	Ліва доля
RI	1–2	0,50±0,005*	0,49±0,005*	0,47±0,008*
	3–4	0,50±0,007*	0,50±0,003*	0,48±0,002*
Ved, cm/c	1–2	-	15,2±1,2*	14,7±1,2*
	3–4	-	15,7±1,0*	14,9±0,9

Примітка: * – $p \leq 0,05$ порівняно із показниками у здорових тварин (табл. 2).

За наявності набрякової форми гострого панкреатиту собак індекс периферичного опору у дрібних артеріях підшлункової залози знижувався на 6–8 % порівняно з показниками здорових тварин, а кінцева діастолічна швидкість – на 1–3 % ($p \leq 0,05$).

Також у собак, хворих на набрякову форму гострого панкреатиту, спостерігали нечіткі контури стінок судин та відсутність їхньої деформації.

За умови проведення імпульсно-хвильової доплерографії в собак з набряковою формою гострого панкреатиту спостерігали достовірне збільшення середніх значень індексу периферичного опору у черевному стовбурі на 1–4 добу, в загальній печінковій та селезінковій артеріях на 1–6 добу від початку захворювання.

Отже, найбільш діагностично значущим показником набрякової форми гострого панкреатиту собак є достовірне підвищення на 1–4 добу захворювання індексу периферичного опору в магістральних судинах черевного стовбуру, тоді як у дрібних артеріях підшлункової залози спостерігали зниження цього показника.

Дані ультразвукового моніторингу кількісних показників доплерівських кривих у собак із деструктивною формою гострого панкреатиту (панкреонекроз) наведені в таблицях 5 та 6.

5. Динаміка змін доплерографічних показників магістральних артерій черевної порожнини собак у разі панкреонекрозу ($M \pm m$)

Показники плинності крові	Доба від початку захворювання	Досліджувана судина			
		Черевна артерія a. coeliaca	Печінкова артерія (a. hepatica)	Селезінкова артерія (a. lienalis)	Брижова артерія (a. mesenterica)
Vps, cm/c	1–2	124,3 $\pm$ 5,1*	101,3 $\pm$ 16,5	89,2 $\pm$ 8,3*	116,8 $\pm$ 9,1*
	3–4	125,6 $\pm$ 4,3*	86,5 $\pm$ 2,9*	86,5 $\pm$ 4,7*	114,5 $\pm$ 5,7*
	5–6	124,9 $\pm$ 4,1*	87,6 $\pm$ 2,5*	85,9 $\pm$ 4,1*	112,9 $\pm$ 3,1*
Ved, cm/c	1–2	35,6 $\pm$ 4,7	24,7 $\pm$ 3,2*	24,7 $\pm$ 2,1*	15,9 $\pm$ 3,3
	3–4	34,2 $\pm$ 3,9	22,8 $\pm$ 3,7*	23,4 $\pm$ 1,7*	16,8 $\pm$ 3,9
	5–6	33,1 $\pm$ 3,3	22,1 $\pm$ 3,3*	23,2 $\pm$ 1,9*	17,3 $\pm$ 2,8*
RI	1–2	0,71 $\pm$ 0,03*	0,75 $\pm$ 0,03*	0,74 $\pm$ 0,01*	0,86 $\pm$ 0,02
	3–4	0,72 $\pm$ 0,01*	0,74 $\pm$ 0,03*	0,73 $\pm$ 0,02*	0,85 $\pm$ 0,008*
	5–6	0,73 $\pm$ 0,02*	0,75 $\pm$ 0,007*	0,73 $\pm$ 0,02*	0,085 $\pm$ 0,006*

Примітка: * – $p \leq 0,05$ порівняно із показниками у здорових тварин (табл. 1).

За умови розвитку деструктивного процесу (панкреонекрозу) в артеріальних судинах черевного відділу аорти спостерігали деформацію і нерівність контурів досліджуваних артерій. Водночас у собак із набряковою формою гострого панкреатиту подібних змін не було.

Під час проведення імпульснохвильової доплерографії визначали стабільно підвищені середні показники Vps та RI в усіх досліджуваних судинах на 1–6 добу від початку захворювання на панкреонекроз порівняно із показниками у здорових тварин. Підвищення Ved спостерігали в загальній печінковій та в селезінковій артеріях також на 1–6, а у брижовій артерії на 5–6 добу від початку захворювання. Достовірних відмінностей середніх показників діаметру і площини поздовжнього розрізу судин порівняно з показником у здорових тварин не встановлено.

6. Динаміка змін доплерографічних показників дрібних артерій підшлункової залози собак у разі панкреонекрозу ($M \pm m$)

Показники кровотоку	Доба від початку захворювання	Ділянка підшлункової залози		
		Права доля	Тіло	Ліва доля
Vps, cm/c	1–2	34,0 $\pm$ 2,3*	-	-
	3–4	34,03 $\pm$ 1,9*	34,0 $\pm$ 2,1*	31,0 $\pm$ 1,3*
	5–6	33,1 $\pm$ 1,7*	32,01 $\pm$ 0,9*	30,03 $\pm$ 2,1*
Ved, cm/c	1–2	17,0 $\pm$ 0,8*	-	-
	3–4	18,04 $\pm$ 0,5*	18,01 $\pm$ 0,5*	16,01 $\pm$ 1,4*
	5–6	18,01 $\pm$ 0,3*	17,0 $\pm$ 0,3*	17,1 $\pm$ 1,2*
IR	1–2	0,5 $\pm$ 0,005*	-	-
	3–4	0,47 $\pm$ 0,004*	0,47 $\pm$ 0,003*	0,48 $\pm$ 0,007*
	5–6	0,45 $\pm$ 0,007*	0,46 $\pm$ 0,005*	0,43 $\pm$ 0,003*

Примітка: * – $p \leq 0,05$ порівняно із показниками у здорових тварин (табл. 2).

Отже, Допплерівське дослідження надає в реальному часі інформацію про судинну сітку і гемодинаміку [10–14]. Наші дослідження свідчать, що за умови проведення ехографії у В-режимі непарних вісцеральних гілок черевного відділу аорти собак, хворих на панкреонекроз, спостерігається деформація контуру судинної стінки, зростає на 10 % індекс периферичного опору (RI) магістральних судин, а дрібних артерій підшлункової залози знижується на 15–20 %.

У собак, хворих на панкреонекроз, імпульсно-хвильовою доплерографією встановлено достовірне збільшення середніх значень пікової систолічної швидкості плинності крові та індексу резистентності на 1–6 добу хвороби, а також збільшення середніх показників кінцевої діастолічної швидкості плинності крові в загальній печінковій і селезінковій артеріях на 1–6 добу захворювання.

У собак, хворих на панкреонекроз, зміни стану судин і плин крові, які визначають за допомогою доплерівського дослідження, настають раніше, ніж структурні зміни в підшлунковій залозі, які визначають у В-режимі дослідження.

Висновки

У разі наявності набрякової форми гострого панкреатиту індекс периферичного опору в магістральних судинах черевного стовбуру підвищується на 4–7 %, а у дрібних артеріях підшлункової залози знижується на 6–8 %. За наявності панкреонекрозу індекс периферичного опору магістральних судин підвищується на 10 %, а дрібних артерій підшлункової залози знижується на 15–20 %. Прогностичним критерієм розвитку панкреонекрозу є виявлення за допомогою динамічної імпульснохвильової доплерографії непарних вісцеральних гілок черевного відділу аорти стабільного підвищення пікової систолічної швидкості плин крові на 20 % та індексу периферичного опору на 10 %, а у дрібних артеріях підшлункової залози зниження індексу периферичного опору на 20 % в період з 1 по 6 добу захворювання.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні ультразвукової картини і доплерівських показників підшлункової залози собак за наявності хронічного панкреатиту.

References

1. Marolf, A. J. (2017). Diagnostic Imaging of the Hepatobiliary System. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 47 (3), 555–568. doi: 10.1016/j.cvsm.2016.11.006.
2. Arutynov, A. G., Bukova, L. V., & Burdina, E. G. (2006). Osobennosti gemodinamiki sosudov bryshnoi polosti u pacientov, stradayshchih jazvennoj bolezni, pod annum ultrazvukovoj dopplerografii. *SonoAse International. Klinicheskiy zhurnal kompanii voprosam ultrasonografii (Russkaia versia)*, 14, 58–62 [In Russian].
3. Buxbaum, J. L., Quezada, M., Da, B., Jani, N., Lane, C., Mwengela, D., Kelly, T., Jhun, P., Dhaniredy, K., & Laine, L. (2017). Early Aggressive Hydration Hastens Clinical Improvement in Mild Acute Pancreatitis. *American Journal of Gastroenterology*, 112 (5), 797–803. doi: 10.1038/ajg.2017.40.
4. Delaney, F., O'Brien, R. T., & Waller, K. (2003). Ultrasound evaluation of small bowel thickness compared to weight in normal dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 44 (5), 577–580. doi: 10.1111/j.1740-8261.2003.tb00510.x.
5. French, J. M., Twedt, D. C., Rao, S., & Marolf, A. J. (2018). Computed tomographic angiography and ultrasonography in the diagnosis and evaluation of acute pancreatitis in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33 (1), 79–88. doi:10.1111/jvim.15364.
6. Govender, D. (2004). Pathology of the Pancreas, Gallbladder, Extrahepatic Biliary Tract and Ampullary Region. *Journal of Clinical Pathology*, 57 (1), 110–a–110. doi: 10.1136/jcp.57.1.110-a.
7. Gress, F. G., Hawes, R. H., Savides, T. J., Ikenberry, S. O., Cummings, O., Kopecky, K., Sherman, S., Wiersema, M., & Lehman, G. A. (1999). Role of EUS in the preoperative staging of pancreatic cancer: a large single-center experience. *Gastrointestinal Endoscopy*, 50 (6), 786–791. doi: 10.1016/s0016-5107(99)70159-8.
8. Jergens, A. E. (2004). Clinical Assessment of Disease Activity for Canine Inflammatory Bowel Disease. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 40 (6), 437–445. doi: 10.5326/0400437.
9. Kondratenko, P. G., Vasilyev, A. A., & Konkova, M. V. (2008). *Ostryi pancreatit*. Donetsk. [In Russian].
10. Krejci, V., Hildebrand, L., Banic, A., Erni, D., Wheatley, A. M., & Sigurdsson, G. H. (2000). Continuous measurements of microcirculatory blood flow in gastrointestinal organs during acute haemorrhage. *British Journal of Anaesthesia*, 84 (4), 468–475. doi: 10.1093/oxfordjournals.bja.a013472.
11. Lemeshko, Z. A. (2003). Ultrazvukovaia diagnostika v gastroenterologii. *Rossiiskij zhurnal gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii*, 13 (1), 36–42 [In Russian].
12. Lidbury, J. A., & Suchodolski, J. S. (2016). New advances in the diagnosis of canine and feline liver and pancreatic disease. *The Veterinary Journal*, 215, 87–95. doi: 10.1016/j.tvjl.2016.02.010.
13. Manohar, M., Verma, A. K., Venkateshaiah, S. U., Sanders, N. L., & Mishra, A. (2017). Pathogenic mechanisms of pancreatitis. *World Journal of Gastrointestinal Pharmacology and Therapeutics*, 8 (1), 10–25. doi: 10.4292/wjgpt.v8.i1.10.

14. Mapletoft, E. K., Allenspach, K., & Lamb, C. R. (2017). How useful is abdominal ultrasonography in dogs with diarrhoea? *Journal of Small Animal Practice*, 59 (1), 32–37. doi: 10.1111/jsap.12780.
15. Larson, M. M. (2016). Ultrasound Imaging of the Hepatobiliary System and Pancreas. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 46 (3), 453–480. doi: 10.1016/j.cvsm.2015.12.004.
16. Mosina, L. M., Golubev, A. G., & Korobkov, D. M. (2017). Osobennosti arterialnogo i venoznogo krovotoka u bolnuh s ostrym pancreatitom. *Vrach-Aspirant*, 81 (2.2), 248–254. [In Russian].
17. Murakami, M., Heng, H. G., Lim, C. K., Parnell, N. K., Rancilio, N. J., Lin, T. L., & Sola, M. (2019). Ultrasonographic features of presumed gastric wall edema in 14 dogs with pancreatitis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33 (3), 1260–1265. doi: 10.1111/jvim.15507.
18. Rautala, E., Björkenheim, P., & Laitinen, M. (2017). Radiographic and Ultrasonographic Findings in Three Surgically Confirmed Cases of Small Intestinal Ischemia Related to Mesenteric Volvulus or Intestinal Torsion in Dogs. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 07 (09), 99–110. doi: 10.4236/ojvm.2017.79010.
19. Rivers, B. J., Walter, P. A., O'Brien, T. D., & Polzin, D. J. (1996). Duplex Doppler Estimation of Pourcelot Resistive Index in Arcuate Arteries of Sedated Normal Cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 10 (1), 28–33. doi: 10.1111/j.1939-1676.1996.tb02020.x.
20. Zaporozhchenko, B. S., Shishlov, V. I., & Borodaev, I. E. (2007). Diagnostica i lechenie oslozhnen-nuh form ostrogo destruktivnogo pancreatita. *Klinicheskaja Chirurgia*, 2 (3), 92–93 [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 29.06.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Міластная А. Г., Духницький В. Б. Імпульсно-хвильове доплерівське дослідження підшлункової залози собак за гострого панкреатиту. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 152–159.

© Міластная Анастасія Григорівна, Духницький Володимир Богданович, 2019

HISTO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE OVARIES OF CATTLE GROWN IN THE RADIOACTIVE CONTAMINATED AREA

S. S. Zaika,

ORCID ID: [0000-0002-9863-0988](https://orcid.org/0000-0002-9863-0988), E-mail: ana_zaiika@ukr.net,

T. F. Kot,

ORCID ID: [0000-0003-0448-2097](https://orcid.org/0000-0003-0448-2097), E-mail: tkotvet@ukr.net,

S. V. Guralska,

ORCID ID: [0000-0001-7383-1989](https://orcid.org/0000-0001-7383-1989), E-mail: guralska@ukr.net,

I. M. Sokulskiy,

ORCID ID: [0000-0002-6237-0328](https://orcid.org/0000-0002-6237-0328), E-mail: sokulskiy_1979@ukr.net,

Z. V. Khomenko,

ORCID ID: [0000-0002-2325-4586](https://orcid.org/0000-0002-2325-4586), E-mail: zorianakhomenko@ukr.net,

Zhytomyr National Agro-Ecological University, 7, Stary Boulevard, Zhytomyr, 10008, Ukraine

The stay of animals on the territory polluted by radionuclides, feeding with forages of local origin exposes their organism to constant external and internal irradiation. In this regard, an extremely important problem of veterinary medicine is studying the effect of ionizing radiation on animals. The aim of our research is to study chemical statistics and ovarian dynamics: the location and nature of the reaction to the content of nucleic acids, proteins, lipids in cattle, which was born and constantly kept in the zone of low-intensity ionizing irradiation. Annually, the detailed information is given as to the analysis of histo-chemical detecting DNA and RNA in the organ histo-structure and functional activity of the animal ovaries as endocrine glands. The results of our histo-chemical studies of histological preparations, dyed by Brachet method, indicate a significant difference in the localization and placement of nucleic acids in the tissues of the ovaries cortical substance and loose fibrous connective tissue. The walls of blood vessels and primordial follicles have the highest concentration of nucleoproteins. The increase in the intensity of histo-chemical reactions in cells to the content of RNA coincides with the accumulation of protein substances in them, that is, factors affecting the nature of their metabolism caused by changes in the metabolic processes of RNA. The distribution of "common" proteins in the ovaries is not uniform. Most of them are concentrated in the follicle walls and connective stroma, where collagen and elastic fibers are close enough to each other. The dynamics of lipid content in the cells of the granular layer of normal and atretic ovarian follicles is of great interest, because there is a certain correlation between the level of lipids and the intensity of steroid excretion. In the basal layer of follicular epithelium of follicles, extremely pronounced sudanophilia was observed. At the same time, in large follicles that are capable of ovulation, it is almost absent. Characterizing the function of the ovaries as the organs of reproductive system and endocrine glands, it can be affirmed that they regulate and affect complex cyclic neuro-humoral processes in the organism, which are confirmed by histo-chemical examination. At the same time, histo-chemical changes occurring in them depend on the animal age and the functional state of the organism.

Key words: cattle, ovaries, low-intensity ionizing irradiation, histo-chemical examination, nucleic acids, proteins, lipids.

ГІСТОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЯЄЧНИКІВ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ, ВИРОЩЕНОЇ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНІЙ ТЕРИТОРІЇ

С. С. Заїка, Т. Ф. Кот, С. В. Гуральська, І. М. Сокульський, З. В. Хоменко,

Житомирський національний агроекологічний університет, бульвар Старий, 7, 10008, м. Житомир, Україна

Перебування тварин на забрудненій радіонуклідами території, годівля кормами місцевого походження піддає їх організм постійному зовнішньому і внутрішньому опроміненню. Зважаючи на це, надзвичайно важливою проблемою ветеринарної медицини є з'ясування впливу іонізуючої радіації на організм тварин. Метою наших досліджень є вивчення хімічної статистики й динаміки яєчників: розміщення і характер реакції на вміст нуклеїнових кислот, білків, ліпідів у великої рогатої худоби, яка народилася та постійно утримувалася в зоні малоінтенсивного іонізуючого опромінення. Про стан функціональної активності яєчників тварин як залоз внутрішньої секреції чималу інформацію надає аналіз гістохімічного виявлення ДНК та РНК у гістоструктурі органів. Результати наших гістохімічних досліджень гістопрепаратів, зафарбованих за методом Браше, вказують на суттєву відмінність щодо локалізації та розміщення нуклеїнових кислот у тканинах кіркової речовини яєчників та пухкій волокнистий сполучній тканині. Найбільшу концентрацію нуклеопротейнів мають стінки кровоносних судин та примордіальні фолікули. Підвищення у клітинах інтенсивності гістохімічних реакцій на вміст РНК збігається з накопиченням у них білкових речовин, тобто чинників, які впливають на характер їх обміну, спричинені змінами в обмінних процесах РНК. Розподіл «загальних» білків у яєчниках не рівномірний. Найбільше їх концентрується у стінках фолікулів та сполучній стромі, де досить щільно прилягають одне до одного колагенові та еластичні волокна. Значний інтерес становить динаміка вмісту ліпідів у клітинах зернистого шару нормальних та атретичних фолікулів яєчників, оскільки існує певна кореляція між рівнем ліпідів та інтенсивністю екскреції стероїдів. У базальному шарі фолікулярного епітелію фолікулів спостерігали надзвичайно виражену суданофілію. Водночас у великих фолікулах, які здатні до овуляції, вона майже відсутня. Характеризуючи функції яєчників як органів репродуктивної системи та залоз внутрішньої секреції можна стверджувати, що вони регулюють та впливають на складні циклічні нейрогуморальні процеси в організмі, які підтверджуються гістохімічними дослідженнями. Водночас гістохімічні зміни, які відбуваються в них, залежать від віку тварин та функціонального стану організму.

Ключові слова: велика рогата худоба, яєчники, малоінтенсивне іонізуюче опромінення, гістохімічні дослідження, нуклеїнові кислоти, білки, ліпіди.

ГИСТОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯИЧНИКОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, ВЫРАЩЕННОГО НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

С. С. Заика, Т. Ф. Кот, С. В. Гуральская, И. Н. Сокульский, З. В. Хоменко,

Житомирский национальный агроэкологический университет, бульвар Старый, 7, г. Житомир, 10008, Украина

Пребывание животных на загрязненной радионуклидами территории, обеспечение кормами местного происхождения подвергает их организм постоянному внешнему и внутреннему облучению. В связи с этим чрезвычайно важной проблемой ветеринарной медицины является изучение влияния ионизирующей радиации на организм животных. Целью наших исследований является изучение химической статистики и динамики яичников: размещение и характер реакции на содержание нуклеиновых кислот, белков, липидов у крупного рогатого скота, который родился и постоянно содержался в зоне малоинтенсивного ионизирующего облучения. О состоянии функциональной активности яичников животных как желез внутренней секреции широкую информацию предоставляет анализ гистохимического выявления ДНК и РНК в гистоструктурах органов. Результаты наших гистохимических исследований гистопрепаратов, окрашенных по методу Браше, указывают на существенное отличие по локализации и размещению нуклеиновых кислот в тканях коры яичников и рыхлой волокнистой соединительной ткани. Наибольшую концентрацию нуклеопротейинов имеют стенки кровеносных сосудов и примордиальные фолликулы. Повышение в клетках интенсивности гистохимических реакций на содержание РНК совпадает с накоплением в них белковых веществ, то есть факторов, ко-

которые влияют на характер их обмена, вызванные изменениями в обменных процессах РНК. Распределение "общих" белков в яичниках не равномерно. Больше всего их концентрируется в стенках фолликулов и соединительной строме, где достаточно плотно прилегают друг к другу коллагеновые и эластичные волокна. Большой интерес представляет динамика содержания липидов в клетках зернистого слоя нормальных и атретических фолликулов яичников, поскольку существует определенная корреляция между уровнем липидов и интенсивностью экскреции стероидов. В базальном слое фолликулярного эпителия фолликулов наблюдали чрезвычайно выраженную суданофилию. В то же время в крупных фолликулах, которые способны к овуляции, она почти отсутствует. Характеризуя функции яичников как органов репродуктивной системы и желез внутренней секреции можно утверждать, что они регулируют и влияют на сложные циклические нейрогуморальные процессы в организме, которые подтверждаются гистохимическими исследованиями. Вместе с тем гистохимические изменения, которые происходят в них, зависят от возраста животных и функционального состояния организма.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, яичники, малоинтенсивное ионизирующее облучение, гистохимические исследования, нуклеиновые кислоты, белки, липиды.

Вступ

Центральне місце в системі органів розмноження самок мають яєчники. В них розвиваються статеві клітини й синтезуються гормональні речовини. Вивчення будови яєчників та їх гістохімічного складу є доволі складним завданням, оскільки їхня гістологічна структура мінлива через вік та фізіологічний стан організму [1, 3, 7].

Науковці зарубіжних країн [9, 15, 17] за допомогою гістохімічних методів досліджень виявили в яєчниках 6-ти місячного плода корови цитоплазматичні ліпіди, які свідчать про те, що вже в цей період ембріонального розвитку в них синтезуються кетостероїди.

У великої рогатої худоби віком 3–8 років з А-вітамінною недостатністю відбувається порушення статевого циклу й вагітності [12]. У яєчниках таких тварин трапляються фолікули в стані атрезії, а в поодиноких міхурцях спостерігається помітне ущільнення теки. У кірковій зоні зменшується кількість первинних фолікулів і майже повністю зникають такі, що ростуть. Уся сполучна основа залоз гіпертрофована. Різко зменшується кількість кровоносних судин, просвіти їх звужені, особливо в кірковій речовині, розміщені вони поодинокі або невеликими групами, білкова оболонка яєчників товста, ущільнена. Гістохімічно у тканинах таких яєчників виявляється лише незначний вміст глікогену і низька активність ферментів, за виключенням деяких інтерстиціальних клітин, макрофагів, інтимі кровоносних судин і деяких структур зруйнованих жовтих тіл [4]. Тому саме гістохімічні процеси в такій складній залозі, як яєчник, обумовлюють морфофункціональний стан не лише цього органу, а й організму загалом. Адже яєчники є залозами змішаної секреції й від їхньої діяльності залежить ріст та розвиток організму, процеси запліднення, перебіг вагітності та народження життєздатних плодів.

Активність гістохімічних реакцій на вміст і розподілення ферментів у овоцита проявляється по-різному. Одні науковці [18] виявляють накопичення лужної фосфатази в овоциті в міру його росту, тоді як інші [10] це рішення відхиляють. Кисла фосфатаза міститься лише в цитоплазматичних гранулах овоцитів, які ростуть.

Морфологічні дані про структуру яєчників у процесі росту й дозрівання, а також результати гістохімічного аналізу дають змогу отримати достатню інформацію про структурно-хімічний статус кожного елемента яєчника. В овоцитах ссавців різних видів вміст ліпідів може змінюватись, і причина цього явища залишається невідомою [11, 16]. Оваріальні гормони, що продукуються структурними компонентами фолікулів яєчників – стероли. Це обумовлює певний зв'язок кількості ліпідів (стеролів) і рівня гормональної активності [13]. Суданофільні гранули овоцитів є постійними їх компонентами [17]. Дані про вміст глікогену в овоцитах різнобічні. Мабуть, це залежить від дії гормонів. Одразу після овуляції вміст глікогену значно зростає. Але не всі третинні фолікули містять глікоген [20]. Клітини фолікулярного епітелію активно синтезують ДНК, багаті на наявність РНК, вміст яких постійно збільшується з ростом фолікула. У цих клітинах виявляють високу активність лужної фосфатази та ШІК-позитивну реакцію [14].

У базальному шарі фолікулярного епітелію фолікулів на стадії росту спостерігають незначну суданофілію, а у великих фолікулах, які здатні до овуляції, її майже немає [19]. На ранніх стадіях атрезії фолікулів у базальному шарі гранульози накопичуються поліфосфатази, а в її зовнішньому шарі — кисла фосфатаза. Краплі ліпідів спочатку накопичуються у фолікулоцитах, які близько розташовані

до базальної мембрани, а потім – і в інших фолікулах [5].

У інтерстиціальних клітинах виявлена висока активність ферментів. Саме ці клітини мають інтенсивну реакцію на виявлення та локалізацію в них білків. У цих клітинах також міститься невелика кількість глікогену і висока концентрація аскорбінової кислоти [10].

Отже, дані літератури свідчать, що в різних видів тварин є відмінності як у морфологічній структурі яєчників, так і в гістохімічних властивостях його тканинних елементів.

Метою роботи є вивчення хімічної статистики й динаміки яєчників: розміщення й характер реакції на вміст нуклеїнових кислот, білків, ліпідів у дослідних тварин, які вирощувалися на радіоактивно забрудненій території.

Матеріали і методи досліджень

Наші дослідження проводилися на великій рогатій худобі, яка народилася та постійно утримувалася в ДСГП «Ігнатівське» Овруцького району, Житомирської області. Територія господарства відноситься до третьої зони радіоактивного забруднення.

Матеріал для дослідження відбирали під час забою тварин на Овруцькому забійному пункті.

При гістохімічному вивченні нуклеїнових кислот і білків як фіксуєуючий засіб служила рідина Карнуа, а в окремих випадках 10–12 % розчин нейтрального формаліну [2, 6].

Виявлення нуклеїнових кислот проводили за методом Браше (1942), основних і кислих білкових речовин – за Мікель – Кальво (1957), сумарних білків – за Шустом (1967) [5]. Вміст нуклеїнових кислот визначали фарбуванням зрізів галлоціанін-хромовими галунами за Ейнарсеном. Метод Браше дозволив виявити окремо ДНК і РНК (на одному і тому ж препараті). Вважається, що реакція метилового зеленого і піроніну з двома нуклеїновими кислотами заснована на базofilії структур і обумовлена наявністю у складі молекул ДНК та РНК залишків фосфорної кислоти [6]. При виникненні забарвлення ДНК і РНК основне місце належить явищу адсорбції, яка відбувається при структурній відповідності між аміногрупами молекул барвника і фосфорними групами полінуклеотидних ланцюгів.

Для вивчення локалізації й вмісту загальних ліпідів використовували фарбування суданом чорним В за Мак-Манусом (1946), суданом-3 – за Кей-Уайхедом (1941), кислих і нейтральних ліпідів – розчином сульфату нільського голубого за Кайном (1947). Для постановки реакцій використовували мікроскопічні зрізи відповідних ділянок яєчників щойно забитих тварин. Після постановки реакції на виявлення тканинних ліпідів за Кей і Уайхедом зрізи дофарбовували гематоксиліном.

Зрізи отримували на мікротомі-кріостаті – МК-25. Заключали препарати в усіх випадках у гліцерин-желатину. Гістохімічні препарати і контролі до них виготовлялися за методиками, викладеними в гістохімічних посібниках [6, 8]. Усього було досліджено 30 препаратів у контролі та 48 у досліді.

Результати досліджень та їх обговорення

Відомо, що нуклеїнові кислоти характеризуються високим ступенем метаболізму, з їхньою діяльністю пов'язаний насамперед біосинтез білкових речовин. Нуклеїновий обмін регулюється на різних рівнях, починаючи від організму загалом і закінчуючи молекулами нуклеїнової кислоти [4]. У яєчниках тварин дослідної групи інтенсивність гістохімічних реакцій на виявлення сумарних нуклеїнових кислот більш виражена у великій рогатій худоби 3–4-х річного віку. Це пояснюється зростанням морфофункціональної активності яєчників статевозрілих тварин як залози, яка продукує гормональні речовини.

Виявлення нуклеїнових кислот на гістопрепаратах, забарвлених за Браше, вказує на підвищення концентрації ДНК та РНК і в клітинних елементах сполучнотканинної стромы, де місцями переважної локалізації нуклеїнових кислот є ядра клітин (рис. 1). Цитоплазма клітин забарвлюється менш інтенсивно. Найбільша концентрація ДНК та РНК спостерігається у стінках кровоносних судин (рис. 2).

У кірковій речовині яєчників великої рогатої худоби 3–4-х річного віку зростання інтенсивності реакцій на виявлення нуклеїнових кислот спостерігається в радіально розміщених волокнах, які знаходяться навколо жовтого тіла (рис. 3).

Нуклеїнові кислоти у клітинах жовтого тіла яєчників розподіляються нерівномірно. Ядра клітин, що розташовані на периферії жовтих тіл яєчників, більш інтенсивно забарвлюються на виявлення в них ДНК та РНК. Клітини центральної ділянки жовтих тіл яєчників забарвлюються менш інтенсивно (рис. 4).

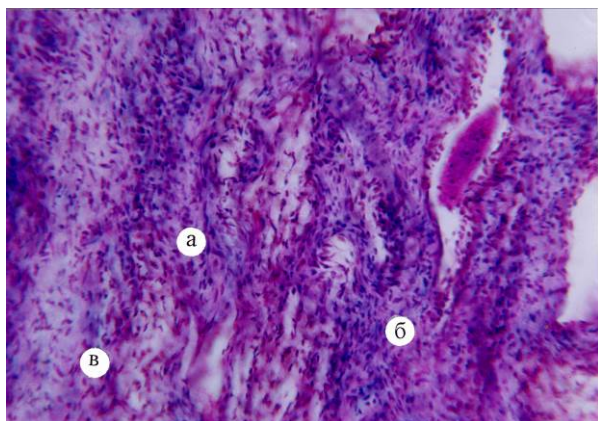


Рис. 1. Локалізація та розподіл нуклеїнових кислот у яєчнику корови 3-х річного віку дослідної групи: а – кіркова речовина; б – клітини сполучної тканини; в – ядра клітин. Метод Браше. $\times 200$.

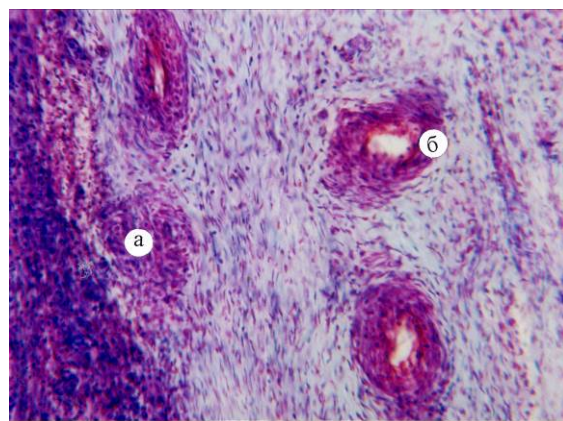


Рис. 2. Локалізація та розподіл нуклеїнових кислот у яєчнику корови 3-х річного віку дослідної групи: а – клітини сполучної тканини; б – кровоносна судина. Метод Браше. $\times 200$.

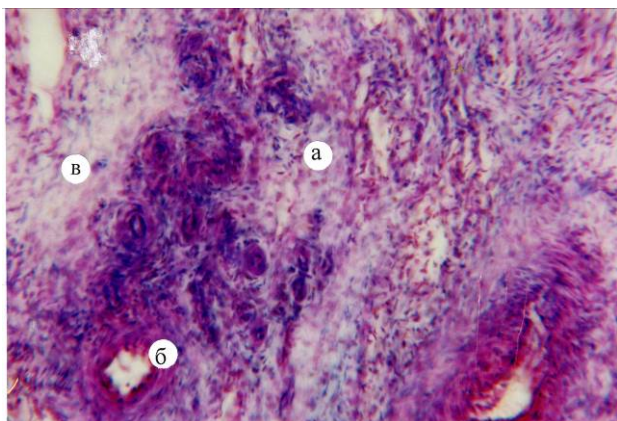


Рис. 3. Локалізація та розподіл нуклеїнових кислот у яєчнику корови 4-х річного віку дослідної групи: а – кіркова речовина; б – кровоносна судина; в – клітини сполучної тканини. Метод Браше. $\times 200$.

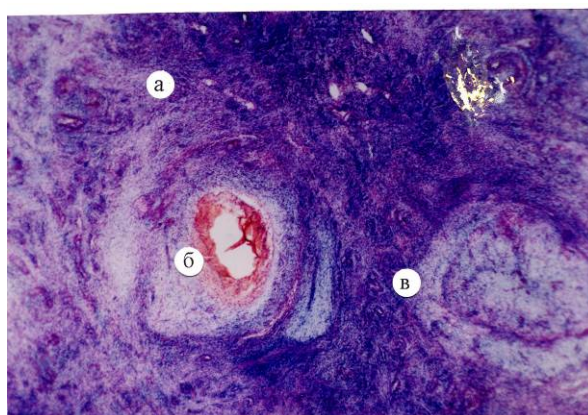


Рис. 4. Локалізація та розподіл нуклеїнових кислот у яєчнику корови 4-х річного віку дослідної групи: а – сполучна тканина; б – кровоносна судина; в – жовте тіло. Метод Браше. $\times 200$.

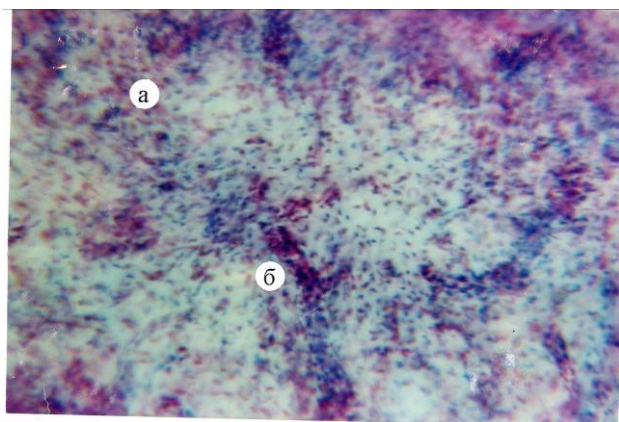


Рис. 5. Локалізація та розподіл нуклеїнових кислот у яєчнику корови 4-х річного віку дослідної групи: а – жовте тіло; б – ядра лейкоцитів. Метод Браше. $\times 200$.

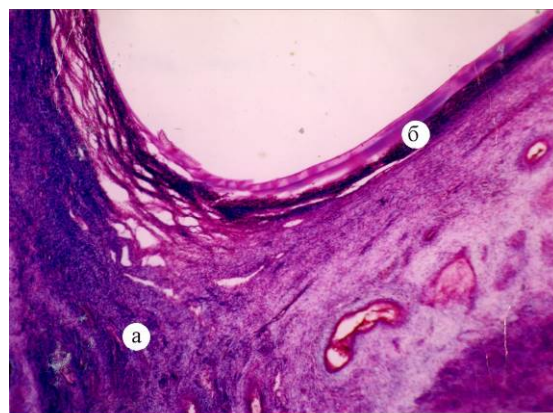


Рис. 6. Локалізація та розподіл нуклеїнових кислот у яєчнику корови 4-х річного віку дослідної групи: а – сполучна тканина; б – стінка граафівого міхурця. Метод Браше. $\times 200$.

Концентрація нуклеїнових кислот у клітинах самого центру жовтого тіла зростає (рис. 5). Наявність нуклеїнових кислот спостерігали і у стінці граафового міхурця яєчників корів 4-х річного віку. Висока їхня концентрація виявляється на периферії дна граафового міхурця, формуючи інтенсивно забарвлену смужку у вигляді обручки (рис. 6).

Багаті на білки стінки фолікулів та строма кіркової та мозкової речовини яєчників. Білкові речовини в окремій клітині локалізуються переважно в ядерці і ядерній мембрані, а також і в цитоплазмі клітин. Багаті білками і стінки кровоносних судин.

Також у процесі досліджень з'ясовано характер розподілу та локалізацію «загальних» ліпідів у яєчниках великої рогатої худоби, яка утримувалась в зоні постійного малоінтенсивного іонізуючого опромінення. По мірі збільшення розміру лютеоцитів у процесі розвитку жовтих тіл у тварин 3–4-х річного віку характер та розміщення ліпідних включень у таких клітинах змінюється. Великі та нечисленні краплі ліпідних включень у процесі росту та розвитку клітин зменшуються за своїми розмірами, їхня кількість збільшується і вони у вигляді дифузних суданофільних включень рівномірно заповнюють цитоплазму. Клітини периферійних ділянок жовтих тіл яєчників мають більш виражену суданофілію. Гранули таких включень збільшені за розмірами.

Отже, характер гістохімічних особливостей яєчників у великої рогатої худоби залежить від віку тварин. Підвищення у клітинах інтенсивності гістохімічних реакцій на вміст РНК збігається з накопиченням у них білків. Отже, чинники, які впливають на їх характер, спричинені змінами в обмінних процесах РНК.

Дані літератури [11, 16] свідчать про високу радіочутливість яєчників до дії низьких доз іонізуючого випромінювання, що зумовлює порушення процесу гаметоутворення. Відомо, що нуклеїнові кислоти мають високий ступінь метаболізму, з їхньою діяльністю пов'язаний насамперед біосинтез білкових речовин. Нуклеїновий обмін регулюється на різних рівнях, починаючи від організму загалом і закінчуючи молекулами нуклеїнової кислоти [20]. У яєчниках великої рогатої худоби контрольної та дослідної груп істотної різниці щодо вмісту й розподілу нуклеїнових кислот та білків ми не спостерігали. Проте інтенсивність гістохімічних реакцій на виявлення ДНК та РНК більше виражена у тварин 3–4-х річного віку. Це можна пояснити зростанням морфофункціональної активності яєчників статевозрілих тварин.

Обмін ліпідів тісно пов'язаний з обміном вуглеводів, білків та нуклеїнових кислот, оскільки вони мають багато спільних продуктів метаболізму, які пов'язують обмін речовин у єдине ціле [18].

Процеси обміну ліпідів регулюються нейрогуморальним шляхом. Центральна нервова система впливає на ліпідний обмін безпосередньо або через залози внутрішньої секреції [17]. Результати наших гістохімічних досліджень свідчать про незначне порушення обмінних процесів в органах і тканинах великої рогатої худоби, яка утримувалася на забрудненій радіонуклідами території. У великої рогатої худоби під впливом малоінтенсивного іонізуючого опромінення вони не досить стабільні й нечітко виражені, але загалом ці результати підтверджують метаболічні порушення в організмі. Також наші дослідження збігаються з результатами інших науковців [14] у тому, що постійне малоінтенсивне іонізуюче опромінення не впливає на загальний план мікроскопічної будови яєчників. Його дія проявляється гістохімічними змінами в окремих структурах яєчників. Тобто у великої рогатої худоби 3–4-х річного віку процеси фолікулогенезу мають тенденцію до сповільнення.

Висновки

Результати гістохімічних досліджень свідчать про незначне порушення обмінних процесів в органах і тканинах великої рогатої худоби, яка утримувалася на забрудненій радіонуклідами території. У великої рогатої худоби під впливом малоінтенсивного іонізуючого опромінення, особливо у старших тварин (3–4-х річного віку), вони досить стабільні й чітко виражені, загалом свідчать про метаболічні порушення в організмі.

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у дослідженні морфометричних показників яєчників великої рогатої худоби, вирощеної на радіоактивно забрудненій території.

References

1. Baban, O. A., Kharuta, H. H., & Papchenko, I. V. (2009). Histologichni zminy u yaiechnykh koriv pry hipofunktsii. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 5, 26–29 [In Ukrainian].

2. Horalskyi, L. P., Khomych, V. T., & Kononskyi, O. I. (2005). *Osnovy histologichnoi tekhniky i morfofunktsionalni metody doslidzhen u normi ta pry patolohii : navchalnyi posibnyk*. Zhytomyr: Polissia [In Ukrainian].
3. Iliashenko, H. D. (2011). Vidtvorna zdattist ta yii zv'iazok z molochnoi produktyvnistiu koriv. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 160 (1), 154–162 [In Ukrainian].
4. Kononskij, A. I. (1992). *Biohimija zhivotnyh*. Moskva: Kolos [In Russian].
5. Lilli, R. (1969). *Patogistologicheskaja tehnika i prakticheskaja himija*. Moskva: Mir [In Russian].
6. Ovcharenko, N. D., Kuchina, E. A., & Tuzikova, R. V. (2013). *Gistologicheskie i gistohimicheskie metody issledovanija : uchebnoe posobie*. Barnaul: AltGU [In Russian].
7. Piddubna, L. M., & Zakharchuk, D. V. (2013). Molochna produktyvnist i vidtvorna zdattist koriv-pervistok ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody zalezhno vid zhyvoi masy ta viku otelennia. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 1 (2), 141–148 [In Ukrainian].
8. Pirs, Je. (1962). *Gistohimija*. Moskva: Izdatatel'stvo inostrannoj literatury [In Russian].
9. Dan, X., & Liu, W. (2015). Development and applications of lectins as biological tools in biomedical research. *Medicinal Research Reviews*, 36, 221–247. doi: 10.1002/med.21363.
10. Isobe, N., & Yoshimura, Y. (2000). Immunocytochemical study of cell proliferation in the cystic ovarian follicles in cows. *Theriogenology*, 54 (7), 1159–1169. doi:10.1016/s0093-691x(00)00423-4
11. Jaffré, I., Bordes, V., Dejode, M., Dravet, F., Frenel, J. S., Berton-Rigaud, D., & Classe, J. M. (2011). The role of interval surgery in the treatment's strategy of advanced ovarian cancer. *Bulletin du Cancer*, 98 (1), 37–42. doi: 10.1684/bdc.2010.1290.
12. Krajewska-Kulak, E., & Sengupta, P. (2013). Thyroid function in male infertility. *Frontiers in Endocrinology*, 4, 174. doi: 10.3389/fendo.2013.00174.
13. Murdoch, W. J., & Van Kirk, E. A. (2002). Steroid hormonal regulation of proliferative, p53 tumor suppressor, and apoptotic responses of sheep ovarian surface epithelial cells. *Molecular Cellular Endocrinology*, 186, 61–67. doi: 10.1016/s0303-7207(01)00675-x.
14. Prat, J. (2004). *Pathology of the Ovary: monography*. Philadelphia: Saunders.
15. Wright, J. W., Toth-Fejel, S., Stouffer, R. I., & Rodland, K. D. (2002). Proliferation of rhesus ovarian surface epithelial cells in culture lack of mitogenic response to steroid of gonadotropic hormones. *Endocrinology*, 143, 2198–2207. doi: 10.1210/endo.143.6.8848.
16. Roth, J. (2011). Lectins for histochemical demonstration of glycans. *Histochemistry and Cell Biology*, 136, 117–130. doi: 10.1007/s00418-011-0848-5.
17. Stocco, C., Telleria, C., & Gibori, G. (2006). The Molecular Control of Corpus Luteum Formation, Function, and Regression. *Endocrine Reviews*, 28 (1), 117–149. doi: 10.1210/er.2006-0022.
18. Tabachniuk, N. V., Oliynyk, I. Yu., & Lavriv, L. P. (2010). Lectin histochemical investigations and embryogenesis. *Klinical Anatomy and Operative Surgery*, 9 (3), 95–100 [In Ukrainian].
19. Wagner, M. S., Wajner, S. M., & Maia, A. L. (2008). The role of thyroid hormone in testicular development and function. *Journal of Endocrinology*, 199 (3), 351–365. doi: 10.1677/JOE-08-0218.
20. Varki, A. (2007). Glycan-based interactions involving vertebrate sialic-acid-recognizing proteins. *Nature*, 446, 1023–1028. doi: 10.1038/nature05816.

Стаття надійшла до редакції 01.07.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Заїка С. С., Кот Т. Ф., Гуральська С. В., Сокульський І. М., Хоменко З. В. Гістохімічна характеристика яєчників великої рогатої худоби, вирощеної на радіоактивно забрудненій території. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 160–166.

© Заїка Світлана Сергіївна, Кот Тетяна Францівна, Гуральська Світлана Василівна, Сокульський Ігор Миколайович, Хоменко Зоряна Володимирівна, 2019



original article | UDC 636.32/.38.09:616.995.1:615.284 |
doi: 10.31210/visnyk2019.03.22

PECULIARITIES OF THERAPEUTIC ACTION OF MODERN MEDICAMENTS AT SHEEP TRICHUROSIS

V. V. Melnychuk,

ORCID ID: [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065), E-mail: melnychuk86@ukr.net,

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies 50, Pekarska, str., Lviv, 79010, Ukraine

The data of experimental research as to curative effectiveness of modern anti-helminthic preparations at sheep trichurosis invasion, registered on the territory of Ukraine are presented in the paper. 11 experimental and 1 control groups of sheep suffering from trichurosis invasion of medium intensity (from 310.00 ± 24.49 to 420.00 ± 48.42 eggs/g) were formed for experiments to determine the indices of therapeutic effectiveness. In all 9 preparations belonging to 4 chemical groups: benzimidazole (Brovalzene pulvis, Albendazole-250 tablets, and Albendazole 10 % suspension), imidothiazole (Brovalevamisole 8 % pulvis and Levavet 10 % injection solution), macro-cyclic lactones (Univerm pulvis and Ivermectin 1 % injection solution), combined preparations Combitrem emulsion and Cloziverone injection solution) were studied. The investigated medicaments were used according to the recommendations given in enclosure sheets. Powdered forms of preparations were simultaneously administered both by group method and individually in the form of treatment-feed mixture. It was established that all the studied medicaments had expressed nematocide properties against the causal agent of sheep trichurosis (EE from 40 to 100 % at IE from 73.33 to 100 %). It was proven that their effectiveness depended on the method of administering and chemical group, to which they belonged. Injection preparation forms Levavet 10 %, Ivermectin 1 %, and Cloziverone injected subcutaneously one time turned out to be the most effective (EE and IE 100 %). Somewhat lower indices of curative effectiveness (EE from 80 to 90 % at IE from 90.09 to 90.33 %) were obtained while administering Combitrem emulsion individually to diseased sheep and also Brovalevamisole 8 % and Univerm pulvis also individually. Using Albendazole-250 tablets, Albendazole 10 % suspension, Brovalzene pulvis by individual administration and Brovalevamisole 10 % and Univerm pulvis by group feeding in the form of treatment-feed mixture was less effective (EE from 50 to 70 % at IE from 80.24 to 86.29 %). Group therapy of sheep using Brovalzene pulvis in treatment-feed mixture turned out to be ineffective (EE – 40 % at IE – 73.33 %) at trichurosis.

Key words: trichurosis, treatment, anti-helminthic preparations, extensive- and intense effectiveness.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕРАПЕВТИЧНОЇ ДІЇ СУЧАСНИХ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ ЗА ТРИХУРОЗУ ОВЕЦЬ

В. В. Мельничук,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

У роботі наведено дані експериментальних досліджень щодо лікувальної ефективності сучасних антигельмінтних засобів, зареєстрованих на території України, за трихурозної інвазії овець. У досліді з визначення показників терапевтичної ефективності сформовано 11 дослідних та 1 контрольну групи овець за середньої інтенсивності трихурозної інвазії (від $310,00 \pm 24,49$ до $420,00 \pm 48,42$ яєць/г). Загалом досліджено 9 препаратів, що відносяться до 4-х хімічних груп: бензімідазолу (порошок Бровальзен, таблетки Альбендазол-250 та суспензія Альбендазол 10 %), імідотіазо-

лу (порошок Бровалевамизол 8 % та розчин для ін'єкцій Левавет 10 %), макроциклічних лактонів (порошок Універм та розчин для ін'єкцій Івермеквет 1 %), комбінованих засобів (емульсія Комбітрем та розчин для ін'єкцій Клозіверон). Досліджувані засоби застосовували згідно з рекомендаціями, наведеними в листівках-вкладках. Порошкоподібні форми препаратів одночасно задавали як груповим способом, так й індивідуально як лікувально-кормову суміш. Виявлено, що всі досліджувані засоби мають виражені нематодцидні властивості відносно збудника трихуризу овець (ЕЕ від 40 до 100 % за ІЕ від 73,33 до 100 %). Доведено, що їхня ефективність залежала від способу задавання та хімічної групи, до якої вони належали. Найбільш ефективними (ЕЕ і ІЕ 100 %) виявилися ін'єкційні форми препаратів: Левавет 10 %, Івермеквет 1 % та Клозіверон, які застосовували шляхом одноразового підшкірного введення. Деяко нижчі показники лікувальної ефективності (ЕЕ від 80 до 90 % за ІЕ від 90,09 до 90,33 %) отримано при застосуванні хворим вівцям емульсії Комбітрему у разі індивідуального випоювання, а також порошку Бровалевамизолу 8 % та Універму шляхом індивідуального згодовування. Менш ефективним (ЕЕ від 50 до 70 % за ІЕ від 80,24 до 86,29 %) виявилося застосування таблеток Альбендазолу-250, суспензії Альбендазолу 10 %, порошку Бровальзену шляхом індивідуального згодовування та порошку Бровалевамизолу 10 % й Універму шляхом групового згодовування як ЛКС. Групова терапія овець з використанням порошку Бровальзену, який згодовувався як ЛКС виявилася неефективною (ЕЕ – 40 % за ІЕ – 73,33 %) за трихуризу.

Ключові слова: вівці, трихуризм, лікування, антигельмінтні препарати, екстенс- та інтенсифікація.

ОСОБЕННОСТИ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ПРИ ТРИХУРИЗЕ ОВЕЦ

В. В. Мельничук,

Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого, ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина

В работе приведены данные экспериментальных исследований относительно лечебной эффективности современных антигельминтных средств, зарегистрированных на территории Украины, при трихуридной инвазии овец. Исследование 9 препаратов, относящихся к 4-м химическим группам: бензимидазола (порошок Бровальзен, таблетки Альбендазол-250 и суспензия Альбендазол 10 %), имидазотиазола (порошок Бровалевамизол 8 % и раствор для инъекций Левавет 10 %), макроциклических лактонов (порошок Універм и раствор для инъекций Івермеквет 1 %), комбинированных средств (емульсия Комбітрем и раствор для инъекций Клозіверон). Установлено, что все исследуемые средства обладают выраженными нематодцидными свойствами в отношении возбудителя трихуриза овец (ЭЭ от 40 до 100 % при ИЭ от 73,33 до 100 %). Наиболее эффективными (ЭЭ и ИЭ 100%) оказались инъекционные формы препаратов: Левавет 10 %, Івермеквет 1 % и Клозіверон.

Ключевые слова: овцы, трихуризм, лечение, антигельминтные препараты, экстенс- и интенсификация.

Вступ

Трихуризм – інвазійне захворювання, спричинене нематодами роду *Trichuris* Schrank, 1788. З даних літератури відомо, цей рід об'єднує понад 70 видів нематод, які здатні паразитувати у ссавців. Дослідники зазначають, що у жуйних тварин паразитує значна кількість видів трихуридів, а саме: *Trichuris capreoli* Artjuch, 1948; *T. ovis* Abildgaard, 1795; *T. oreamnos* Knight, 1974; *T. odocoileus* Knight, 1983; *T. skrjabini* Baskakov, 1924; *T. globulosa* Linstow, 1901; *Trichuris tenuis* Chandler, 1930; *Trichuris tarandi* Puschmenkov, 1939; *T. cervicaprae* Kreis, 1935; *T. lani* Artjuch 1948; *T. schumakovitschi* Savinkova, 1967; *T. discolor* Linstow, 1906; *T. longispiculus* Artjuch, 1948; *Trichuris dzejrani* Artjuch, 1948 [1–4].

Науковці зазначають, що більшість видів трихуридів є видоспецифічними для певного виду тварин [5–8]. Найбільш поширеними для овець у світі вважаються такі види – *Trichuris ovis* Abildgaard, *T. skrjabini* Baskakov, 1924 та *T. globulosa* Linstow, 1901 [9–11]. Тоді як є праці, які вказують на паразитування в овець неспецифічних для цього виду тварин трихуридів (*T. vulpis*, *T. georgicus* – види специфічні для м'ясоїдних тварин, *T. suis* – свиней, *T. lani*, *T. parvi*, *T. tenuis*, *T. gazellae*, *T. discolor*, *T. vondwei*, *T. parvispiculum*, *T. infundibulum*, *T. baeri* – інших видів жуйних тварин) [12].

Згідно з аналізом літературних даних встановлено, що трихуроз є значно розповсюдженою інвазією серед овець у багатьох країнах світу, де ураженість тварин може сягати 100 % [13–17]. Водночас, за даними науковців, на території різних областей України ураженість овець трихурисами коливається в межах 3,7–35,4 % [18, 19].

Через велике різноманіття видів збудників трихурозу в овець та значне їхнє розповсюдження важливим залишається питання лікувально-профілактичних заходів з використанням спеціальних антигельмінтних засобів.

Тому метою досліджень було встановити ефективність антигельмінтних препаратів за трихурозу в овець. Завдання дослідження: дослідним шляхом визначити лікувальну ефективність антигельмінтних препаратів, зважаючи на хімічну групу, до якої вони належать, та спосіб їхнього введення в організм інвазованих трихурозом тварин.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили в літньо-осінній період 2019 р. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії.

Експериментальні дослідження проводили в умовах приватного господарства ТОВ «Агротехсервіс» у Полтавській області на вівцях романівської породи віком від 8 міс. до 3 років спонтанно інвазованих збудником трихурозу, за середньої інтенсивності інвазії – від 310,00±24,49 до 420,00±48,42 яєць у 1 г фекалій (ЯГФ). Інвазованість тварин визначали за кількісним методом з використанням камери Мак Мастера.

Було сформовано дванадцять дослідних і одну контрольну групи тварин по десять голів у кожній:

– Вівцям першої дослідної групи (П – 330,00±30,00 ЯГФ) згодовували груповим способом «Бровальзен порошок» як лікувально-кормову суміш (далі – ЛКС) із сухим кормом у дозі 0,7 г/10 кг маси тіла одноразово.

– Вівцям другої дослідної групи (П – 370,00±38,87 ЯГФ) згодовували індивідуально «Бровальзен порошок» як ЛКС із сухим кормом у дозі 0,7 г/10 кг маси тіла одноразово.

– Вівцям третьої дослідної групи (П – 385,00±32,83 ЯГФ) згодовували індивідуально таблетки «Альбендазол-250» як ЛКС із сухим кормом у дозі 0,2 г/10 кг маси тіла одноразово.

– Вівцям четвертої дослідної групи (П – 375,00±42,33 ЯГФ) випоювали індивідуально препарат «Альбендазол 10 % суспензія» з водою до початку вранішньої годівлі в дозі 0,5 мл / 10 кг маси тіла одноразово.

– Вівцям п'ятої дослідної групи (П – 395,00±56,98 ЯГФ) згодовували груповим способом «Бровалевамізол 8 % порошок» як ЛКС із сухим кормом у дозі 1 г/10 кг маси тіла одноразово.

– Вівцям шостої дослідної групи (П – 410,00±53,12 ЯГФ) згодовували індивідуально препарат «Бровалевамізол 8 % порошок» як ЛКС із сухим кормом у дозі 1 г/10 кг маси тіла одноразово.

– Вівцям сьомої дослідної групи (П – 370,00±33,50 ЯГФ) вводили підшкірно препарат «Левавет 10 % розчин для ін'єкцій» у дозі 0,75 мл/10 кг маси тіла одноразово.

– Вівцям восьмої дослідної групи (П – 310,00±24,49 ЯГФ) згодовували груповим способом препарат «Універм» як ЛКС із сухим кормом у дозі 6 г/10 кг маси тіла дві доби поспіль.

– Вівцям дев'ятої дослідної групи (П – 420,00±48,42 ЯГФ) згодовували індивідуально препарат «Універм» як ЛКС із сухим кормом у дозі 6 г/10 кг маси тіла дві доби поспіль.

– Вівцям десятої дослідної групи (П – 340,00±35,49 ЯГФ) вводили підшкірно препарат «Івермеквет 1 % розчин для ін'єкцій» у дозі 0,5 мл/25 кг маси тіла одноразово.

– Вівцям одинадцятої дослідної групи (П – 410,00±37,12 ЯГФ) випоювали індивідуально препарат «Комбітрем емульсія» з водою до початку вранішньої годівлі в дозі 0,75 мл/10 кг маси тіла одноразово.

– Вівцям дванадцятої дослідної групи (П – 335,00±35,78 ЯГФ) вводили підшкірно препарат «Клозіверон розчин для ін'єкцій» у дозі 0,5 мл/25 кг маси тіла одноразово.

– Овець контрольної групи (П – 390,00±26,67 ЯГФ) під час досліду не лікували.

Дослідні та контрольні тварини протягом періоду досліджень перебували в аналогічних умовах годівлі й утримання.

Ефективність лікарських засобів встановлювали на 7 та 14 добу після їхнього застосування. Головними показниками дії препаратів були екстенсефективність (ЕЕ) та інтенсефективність (ІЕ).

Оцінку ефективності препаратів проводили за показниками: вище 98 % – вискоефективний лікарський засіб; 90–98 % – ефективний; 80–89 % – помірно ефективний; нижче 80 % – недостатньо ефек-

ктивний або неефективний.

Рівень інвазованості тварин яйцями гельмінтів встановлювали за міжнародною шкалою інвазованості жуйних тварин, згідно з якою низькою вважається зараженість 100, середньою – до 500, високою – більше 500 ЯГФ [20].

Результати досліджень та їх обговорення

На основі загальноклінічних спостережень встановлено, що після застосування антигельмінтиків побічних явищ у тварин упродовж експерименту не виявлено.

За результатами копроскопії найбільш ефективними відносно збудника трихуризу овець (ЕЕ та ІЕ – 100 %) виявилися ін'єкційні форми препаратів, Левавет 10 %, Івермеквет 1 % та Клозіверон. Інші використовувані в досліді препарати не призводили до повного звільнення організму овець від трихурисів.

Встановлено, що використання антигельмінтних препаратів, що відносяться до хімічної групи бензімідазол (рис. 1), незалежно від способу введення в організм мало найнижчі показники ефективності на 14-ту добу досліді (ЕЕ від 40 до 70 % за ІЕ від 73,33 до 85,56 %).

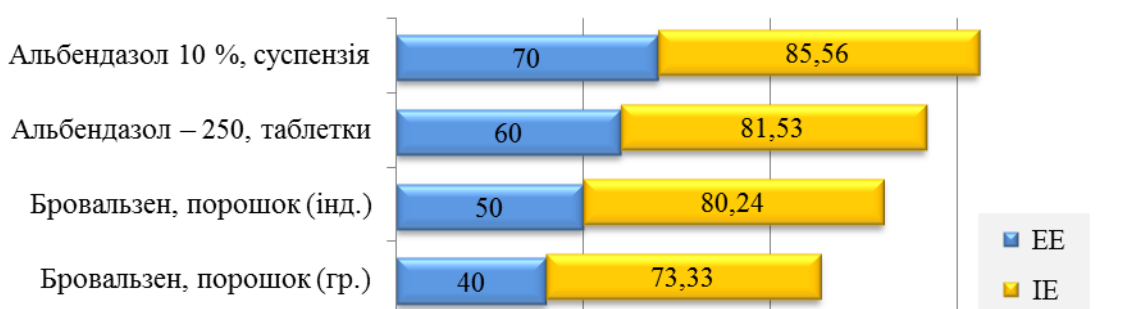


Рис. 1. Терапевтична ефективність антигельмінтних засобів групи бензімідазолу за трихуризу овець

Найкращі показники ЕЕ та ІЕ серед препаратів цієї групи було отримано за використання 10 % суспензії Альбендазолу (70 та 85,56 % відповідно). Менш ефективнішим виявилось використання таблетованої форми препарату Альбендазол-250 (ЕЕ – 60 %, ІЕ – 81,53 %). Між тим найнижчий рівень терапевтичної ефективності (ЕЕ – 40 й 50 % за ІЕ – 73,33 й 80,24 % відповідно) зареєстровано у разі групового та індивідуального згодовування хворим вівцям порошку Бровальзен.

Серед препаратів хімічної групи імідотіазолу найдієвішим (ЕЕ, ІЕ – 100 %) виявився Левавет 10 % (рис. 2).

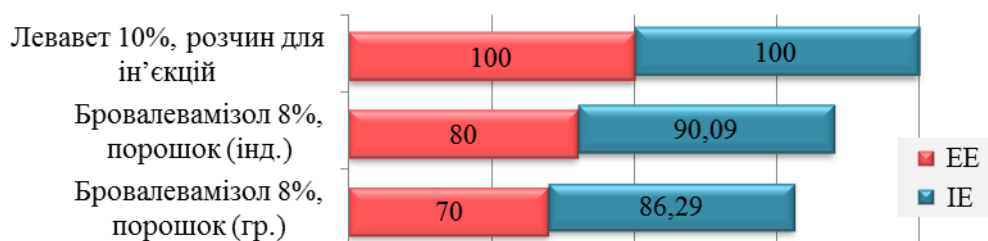


Рис. 2. Терапевтична ефективність антигельмінтних засобів групи імідотіазолу за трихуризу овець

Нижчі показники лікувальної ефективності отримано за умови використання порошкоподібної форми Бровалевамізолу 8 %. У разі його індивідуального згодовування показник ЕЕ становив 80 % за ІЕ – 90,09 %. Потрібно зазначити, що застосування цього препарату шляхом групового згодовування негативно позначалося на показниках ЕЕ та ІЕ, знизивши їх до 70 та 86,29 %.

Аналізуючи рівень ефективності антигельмінтних засобів хімічної групи макроциклічних лактонів, встановлено, що найбільш ефективним (ЕЕ, ІЕ – 100 %) виявився Івермеквет 1 % (рис. 3).

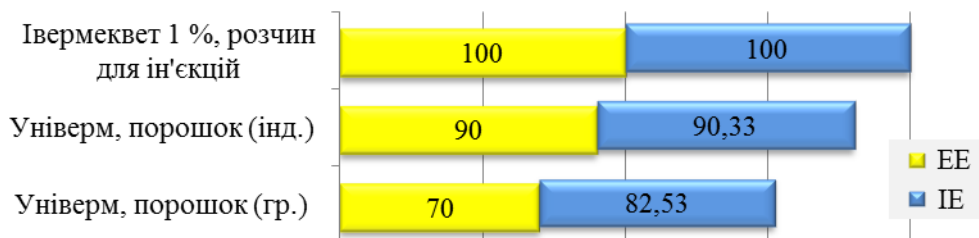


Рис. 3. Терапевтична ефективність антигельмінтних засобів групи макролідів за трихуриду овець

А використання порошку Універму груповим способом та індивідуально знижувало показники його терапевтичної ефективності. ЕЕ препаратів за різних способів застосування становила 70 та 90 % за ІЕ – 82,53 та 90,33 % відповідно.

Аналізуючи показники ефективності комбінованих препаратів, встановлено, що найбільш ефективним за наявності трихуриду в овець (ЕЕ, ІЕ – 100 %) виявилось застосування препарату Клозіверон шляхом його підшкірного введення (рис. 4). Менш ефективним був препарат Комбітрем емульсія (ЕЕ – 80 %, ІЕ – 90,09 %).

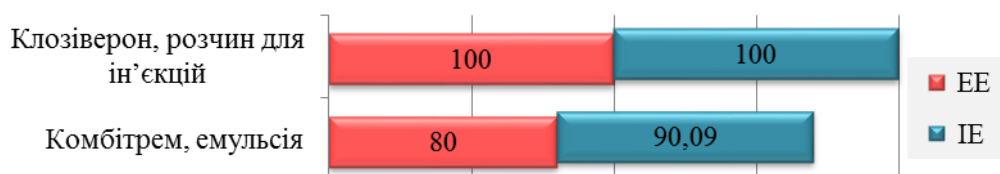


Рис. 4. Терапевтична ефективність комбінованих препаратів за трихуриду овець

Отже, згідно з міжнародною класифікацією антигельмінтних засобів до вискоєфективних (вище 98 %) віднесено препарати Івермеквет 1 %, Клозіверон та Левавет 10 % за умови підшкірного їх введення. До категорії ефективних засобів (90–98 %) віднесено емульсію Комбітрем у разі індивідуального вполювання, а також порошок Бровалевамізол 8 % та Універм шляхом індивідуального згодовування. Помірно ефективними (80–89 %) виявилися таблетки Альбендазолу-250, суспензія Альбендазолу 10 %, порошок Бровальзену шляхом індивідуального згодовування та порошок Бровалевамізолу 10 % й Універму шляхом групового згодовування як ЛКС. Неефективним (нижче 80 %) виявився порошок Бровальзен шляхом групового згодовування у вигляді ЛКС.

Узагальнюючи вищевикладене, можна зробити висновок, що незважаючи на значну кількість антигельмінтних засобів, які нині є зареєстрованими на території нашої держави, лише одиниці з них проявляють 100 % лікувальну ефективність за трихуриду овець.

Згідно з літературними даними встановлено, що вивченню показників лікувальної ефективності антигельмінтних засобів у разі трихуридної інвазії різних видів тварин присвячено велику кількість праць як в Україні, так і в інших країнах світу [21–24]. Водночас результати досліджень окремих авторів часто носять суперечливий характер відносно ефективності антигельмінтиків різних хімічних груп щодо збудника трихуриду. Тому важливим на сьогодні є проведення комплексної оцінки сучасних протипаразитарних препаратів, що широко розповсюджені на ринку ветеринарних засобів України.

З'ясовано, що жоден з використовуваних препаратів групи бензімідазолу (таблетки Альбендазол-250, порошок Бровальзен та суспензія Альбендазол 10 %) у дозуванні та кратності введення, зазначених в настановах, не проявляв повного трихуриселімінаційного ефекту (ЕЕ від 40 до 70 % за ІЕ від 73,33 до 85,56 %). Подібні дані отримано й іншими науковцями при лікуванні різних видів тварин та людини за трихуриду. Згідно з даними Shevchenko (2019), використання препарату Альбентабс 360 як таблетки (діюча речовина – альбендазол) за трихуриду у великої рогатої худоби мало низький рівень лікувальної ефективності (ЕЕ – 40 % за ІЕ – 60 %) [25]. Про низький рівень препаратів групи бензімідазолів (ЕЕ – 90–97 %) за трихуриду свідчать дані Кап (1998) [26]. У наших дослідках дещо кращі результати лікувальної ефективності отримано за умови використання препаратів з груп імідотіазолу (порошок Бровалевамізол 8 %), макролідів (порошок Універм) та комбінованих засобів (Комбітрем

емульсія), які задавали тваринам перорально. Саме тоді ці препарати не призводили до 100 % ефективності інвазованих трихурозом овець, що підтверджується у працях вітчизняних науковців (Стибель та ін., 2010; Пономар та ін., 2014; Мельничук, 2015; Бирка та ін., 2013) [22, 27–29]. Встановлено, що найефективнішими (ЕЕ та ІЕ 100 %) при лікуванні овець за трихурозу виявилися ін'єкційні форми препаратів Левавет 10 %, Івермеквет 1 % та Клозіверон. Варто зазначити, що подібні дані відносно лікувальної ефективності ін'єкційних форм препаратів групи макролідів описані в окремих наукових працях (Приходько та ін., 2018; Shevchenko, 2019) [25, 30]. Водночас дослідники зазначають про низький рівень ефективності препарату Левавет 10 % (ЕЕ – 30 %, ІЕ – 76,6 %) [30], що не збігається з отриманими нами даними. На нашу думку, це пов'язано з появою у цьому господарстві резистентних форм трихурисів до вказаного препарату, що є наслідком довготривалого або безконтрольного його використання.

Отже, отримані нами дані мають важливе теоретичне та практичне значення, оскільки дають змогу практикуючим лікарям ветеринарної медицини здійснити обґрунтований підбір антигельмінтиків за трихурозу овець, зважаючи на їхню ефективність.

Висновки

Встановлено, що досліджувані препарати (Бровальзен порошок, Альбендазол-250 таблетки, Альбендазол 10 % суспензія, Бровалевамизол 8 % порошок, Левавет 10 % розчин для ін'єкцій, Універм порошок, Івермеквет 1 % розчин для ін'єкцій, Комбітрем емульсія та Клозіверон розчин для ін'єкцій) мають антигельмінтні властивості за трихурозу овець. Найкращу антигельмінтну ефективність (ЕЕ, ІЕ – 100 %) у досліді виявили ін'єкційні форми препаратів Івермеквет 1 %, Клозіверон та Левавет 10 % у разі підшкірного їх введення.

Перспективи подальших досліджень. У перспективі планується провести дослідження щодо коригування кратності введення препаратів з метою покращення їхньої лікувальної ефективності за наявності найпоширеніших нематодозів травного каналу овець.

References

1. Singh, P. P., & Pande, B. P. (1963). Helminths collected from the Indian Antelope, *Antelope cervicapra*. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 38 (3), 439–457. doi: 10.1051/parasite/1963383439.
2. Rickard, L. G., & Bishop, J. K. (1991). Redescription of *Trichuris tenuis* Chandler, 1930, from Llamas (*Lama glama*) in Oregon with a Key to the Species of *Trichuris* Present in North American Ruminants. *The Journal of Parasitology*, 77 (1), 70. doi: 10.2307/3282560.
3. Ivashkin, V. M., Oripov, A. O., & Sonin, M. D. (1998). *Opredelitel' gel'mintov melkogo rogatogo skota*. Moskva [in Russian].
4. Skryabin, K. I., Shihobalova, N. P., Orlov, I. V. (1957). *Trihocefalidy i kapillyariidy zhivotnyh i cheloveka i vyzyvaemye imi zabolevaniya: Osnovy nematodologii*. Moskva [in Russian].
5. Yevstafieva, V. A., Yuskiv, I. D., & Melnychuk, V. V. (2015). An Investigation of Embryo and Eggshell Development in *Trichuris suis* (Nematoda, Trichuridae) under Laboratory Conditions. *Vestnik zoologii*, 50 (2), 173–178. doi: 10.1515/vzoo-2016-0020.
6. Cutillas, C., Callejón, R., de Rojas, M., Tewes, B., Ubeda, J. M., Ariza, C., & Guevara, D. C. (2009). *Trichuris suis* and *Trichuris trichiura* are different nematode species. *Acta Tropica*, 111 (3), 299–307. doi: 10.1016/j.actatropica.2009.05.011.
7. Cutillas, C., de Rojas, M., Zurita, A., Oliveros, R., & Callejón, R. (2014). *Trichuris colobae* n. sp. (Nematoda: Trichuridae), a new species of *Trichuris* from *Colobus guereza kikuyensis*. *Parasitology Research*, 113 (7), 2725–2732. doi: 10.1007/s00436-014-3933-6.
8. Kuchai. (2013). On Morphology and Morphometry of *Trichuris ovis* Abildgaard, 1795 Recovered from Ruminants of Ladakh, India. *Journal of Buffalo Science*. doi: 10.6000/1927-520x.2013.02.01.9.
9. Evstafieva, V. A., Melnychuk, V. V., Sharavara, T. A., Sirenko, E. V., Makarevich, N. A., Kutsenko, Yu. P., & Khlevnaya, G. S. (2018). Specific features of embryonic development of *Trichuris skrjabini* (Baskakov, 1924) nematode eggs parasitizing in sheep. *Agricultural Science Euro-North-East*, 62 (1), 65–69. doi: 10.30766/2072-9081.2018.62.1.65-69.
10. Hinks, M. I., & Thomas, R. J. (1974). A new record of the occurrence of *Trichuris skrjabini* Baskakov, 1924 in sheep in Britain. *Journal of Helminthology*, 48 (1), 33–38. doi:

10.1017/S0022149X00022574.

11. Cutillas, C., German, P., Arias, P., & Guevara, D. (1995). *Trichuris ovis* and *Trichuris globulosa*: Morphological, Biometrical, and Genetic Studies. *Experimental Parasitology*, 81 (4), 621–625. doi: 10.1006/expr.1995.1159.

12. Mirzayans, A. (1974). The Incidence of Trichurid Nematodes in Iran. *British Veterinary Journal*, 130 (2), xxvii–xxviii. doi: 10.1016/s0007-1935(17)35954-7.

13. Pedreira, J., Silva, A. P., Andrade, R. S., Suarez, J. L., Arias, M., Lomba, C., Diaz, P., Lopez, C., Banos, P. D., & Morondo, P. (2006). Prevalences of gastrointestinal parasites in sheep and parasite-control practices in NW Spain. *Preventive Veterinary Medicine*, 75 (1–2), 56–62. doi: 10.1016/j.prevetmed.2006.01.011.

14. Umur S., Yukari B.A. (2005). An abattoir survey of gastrointestinal nematodes in sheep in the Burdur region. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29 (5), 1195–1201.

15. Pasechnik, V. E. (1983). Sezonnaya i vozrastnaya dinamika trihocefalusov u ovec na Yugo-Zapade Evropejskoj chasti SSSR. *Byulleten VIGIS*, 33, 76–77 [In Russian].

16. Dagnachew, S., Amamute, A., & Temesgen, W. (2011). Epidemiology of gastrointestinal helminthiasis of small ruminants in selected sites of North Gondar zone, Northwest Ethiopia. *Ethiopian Veterinary Journal*, 15 (2). doi: 10.4314/evj.v15i2.67694.

17. Shamhalov, M. V., Magomedov, O. A., Shamhalov, V. M., & Adzieva, H. M. (2007). Rasprostranenie i vozrastnaya dinamika trihocefaleza ovec v ravninnoj zone Dagestana. *Trudy Vserossijskogo Instituta Gelmintol. im. K. I. Skryabina*, 45, 257–261 [In Russian].

18. Byrka, V. I., & Berezovskyi, A. V. (2003). Parazytofauna molodniaka ovec. *Problemy Zoonzhenerii ta Veterynarnoi Medytsyny. Veterynarni Nauky*, 35 (2), 72–75 [In Ukrainian].

19. Boyko, A. A. (2015). Helminthofauna of sheep and goats in Dnipropetrovsk region. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, Medicine*, 6 (2), 87–92. doi: 10.15421/021516.

20. Whitlock, H. V., Kelly, J. D., Porter, C. J., Griffin, D. L., & Martin, I. C. A. (1980). In vitro field screening for anthelmintic resistance in strongyles of sheep and horses. *Veterinary Parasitology*, 7 (3), 215–232. doi: 10.1016/0304-4017(80)90026-6.

21. Antipov, A. A., Ponomar, S. I., Honcharenko, V. P., Miskova, Yu. O., & Koval, A. Yu. (2013). Efektyvnist «Vermiku» 1 % inieksiinoho rozchynu za kyshkovykh nematodoziv svynei. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (3), 144–146. doi: 10.31210/visnyk2013.03.30 [In Ukrainian].

22. Melnychuk, V. V. (2015). Therapeutical efficacy of medicaments on the basis of ivermectin at trichurotic invasion of pigs. *Scientific Journal of Veterinary Medicine*, 118 (2), 76–78 [In Ukrainian].

23. Townsend, R. B., Kelly, J. D., James, R., & Weston, I. (1977). The anthelmintic efficacy of fenbendazole in the control of *Moniezia expansa* and *Trichuris ovis* in sheep. *Research in Veterinary Science*, 23 (3), 385–386. doi: 10.1016/s0034-5288(18)33138-2.

24. Sanchez-Moreno, M., Garcia-Rejon, L., Salas, I., Osuna, A., & Monteoliva, M. (1992). Superoxide dismutase from *Trichuris ovis*, inhibited by benzimidazoles and pyrimidine derivatives. *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 87 (suppl 1), 241–246. doi: 10.1590/s0074-02761992000500045.

25. Shevchenko, T. S. (2019). Therapeutic efficiency of anthelmintics for trichurosis of cattle. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7 (2), 111–114. doi: 10.32819/2019.71020.

26. Kan, S. P. (1983). The anthelmintic effects of flubendazole on *Trichuris trichiura* and *Ascaris iumbricoides*. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 77 (5), 668–670. doi: 10.1016/0035-9203(83)90199-2.

27. Ponomar, S. I., Shendryk Kh. M., Kruchynenko, O. V., & Kychyliuk, Yu. V. (2014). Efektyvnist dehelmintyzatsii za zmishanoi nematodoznoi invazii svynei. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahrarno-Ekonomichnoho Universytetu*, 2, 186–190 [In Ukrainian].

28. Stybel, V. V., Svarchevskiy, O. A., & Danko, M. M. (2010). Porivnialna terapevtychna efektyvnist brovermektynu i brovalevamizolu za helmintoziv svynei. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii im. Gzhytskoho*, 12, (2 (1)), 293–296 [In Ukrainian].

29. Byrka, V. I., Prykhodko, Yu. O., Mazannyi, O. V., & Hiliieva, M. I. (2013). Epizootolohii, diahnozyka ta borotba z trykhurozom i suputnymi invaziiamy dribnoi rohatoi khudoby pry sumisnomu utrymanni. *Naukovi Pratsi Pivdennoho Filialu Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy "Krymskyi Ahrotekhnolohichniy Universytet". Seriya: Veterynarni Nauky*,

151, 136–143 [In Ukrainian].

30. Prykhodko, Yu. O., Byrka, V. I., Mazannyi, O. V., & Antipov, A. A. (2018). Efektyvnist «Ivermekvetu 1 %» za zooparazytotsenoziv ovets. *Naukovyi Visnyk Veterynarnoi Medytsyny*, 2, 37–43. doi: 10.33245/2310-4902-2018-144-2-37-43.

Стаття надійшла до редакції 20.08.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Мельничук В. В. Особливості терапевтичної дії сучасних лікарських засобів за трихуриду овець. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 167–176.

© Мельничук Віталій Васильович, 2019

review article | UDC 636.8.09:616.62-003.7-08 | doi:10.31210/visnyk2019.03.23

SUBSTANTIATING THE EXPEDIENCY OF DIFFERENT TREATMENT METHODS OF CAT UROLITHIASIS

Ye. S. Firsova,

ORCID ID: [0000-0003-0582-4124](https://orcid.org/0000-0003-0582-4124), E-mail: evgeniafirsova24@gmail.com,

N. S. Kanivets,

ORCID ID: [0000-0001-9520-2999](https://orcid.org/0000-0001-9520-2999), E-mail: nataliia.kanivets@pdaa.edu.ua,

A. S. Bezdyelna,

ORCID ID: [0000-0002-2853-9273](https://orcid.org/0000-0002-2853-9273), E-mail: alonabezdz@gmail.com,

A. M. Khomenko,

ORCID ID: [0000-0003-1877-0460](https://orcid.org/0000-0003-1877-0460), E-mail: khomenko357@ukr.net,

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

This review article contains the analyzed and generalized information about the treatment of domestic cats suffering from urolithiasis. The explanations as to the types of urinary calculi, the expediency of using conservative or surgical treatment are presented in the article. Cat urolithiasis can be referred to as one of the most widely spread pathologies of pets. This disease is equally registered among males and females. The clinical picture of urolithiasis has characteristic features. However, in some cases, the relevant symptoms can be smoothed or even absent. Therefore, the treatment of cat urolithiasis must be complex and substantiated in each case, because without determining the origin and mineral composition of the stones, the treatment may not help, but even significantly worsen the condition of the diseased animal. Besides, the correct diagnosing makes it possible to apply therapeutic methods that are the least traumatic for the patient. Taking into account the presented data, the correct diagnostics is the basis of the appropriate treatment for urolithiasis. The urine pH has a significant effect on lithogenesis, in particular: struvites, calcium carbonate, urates are less soluble in alkaline urine, cystine is less soluble in acidic urine. For silicate stones urine pH has no effect. For example, medicament treatment is expedient for struvite and cystine stones (using Allopurinol, Thiol, Tiopronin, etc.). For uroliths of calcium oxalate and majority of urates, minimally invasive removal is used (intra-corporal laser lithotripsy, urohydropulsion, cystolithotomy etc.). Urethrotomy and urethrostomy should be conducted in urgent cases, as surgical interventions not only increase the risk of recurrence, but can also lead to permanent changes in the anatomy and functions of the urinary system. Therefore, with this pathology of the urinary system, constant diet therapy with the appropriate correction and regular examinations by veterinary doctor are necessary. The information provided can be used in scientific researches. In addition, the data summarized in the article will help specialists to choose the methods of treatment cat urolithiasis and provide new information that can be used in the prevention of this disease.

Key words: uroliths, kidneys, urine, urinary stones, diet.

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РІЗНИХ МЕТОДІВ ЛІКУВАННЯ УРОЛІТІАЗУ В КОТІВ

Є. С. Фірсова, Н. С. Канівець, А. С. Бездільна, А. М. Хоменко,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Представлена оглядова стаття надає проаналізовану та узагальнену інформацію стосовно лікування хворих на уролітіаз свійських котів. У статті наведені роз'яснення, щодо видів сечових конкрементів, доцільності застосування консервативного чи хірургічного лікування. Сечокам'яну хворобу в котів можна вважати однією з найбільш поширених патологій серед домашніх улюбленців. Указане захворювання рівномірно реєструється серед самців і самок. Клінічна картина хворих на уроліті-

аз тварин має характерні ознаки. Однак у деяких випадках відповідна симптоматика може бути згладжена, або взагалі відсутня. Отже, лікування сечокам'яної хвороби в котів повинно бути комплексним та обґрунтованим у кожному окремому випадку, оскільки без визначення походження та знання мінерального складу каменів лікування може не лише не допомогти, а й суттєво погіршити стан хворої тварини. Окрім того, встановлення правильного діагнозу дає можливість застосувати терапевтичні методики, що є найменш травматичними для пацієнта. Зважаючи на ці дані, правильна діагностика є основою відповідного лікування уролітіазу. Значний вплив на літогенез має рН сечі, зокрема: струвїти, карбонат кальцію, урати гірше розчиняються в лужній сечі, цистин – у кислотній. Для силікатних каменів рН сечі впливу не має. Наприклад, для струвїтних та цистинових каменів доречне медикаментозне лікування (застосування аллопуринолу, тіолу, тіопроніну тощо), для уролітів оксалату кальцію, та більшої частини уратів – мінімально-інвазивне видалення (внутрішньокорпоральна лазерна літотрипсія, урогідропропульсія, цистолітотомія та ін.). Уретротомію та уретростомію необхідно проводити у крайніх випадках, оскільки хірургічні втручання не тільки збільшують ризик рецидивів, а й можуть призвести до постійних змін в анатомії та функції сечовидільної системи. Тому в умовах цієї патології сечової системи необхідна постійна дієтотерапія з відповідною корекцією і регулярний нагляд у лікаря ветеринарної медицини. Водночас узагальнені у статті дані допоможуть фахівцям зорієнтуватись при виборі лікування хворих на уролітіаз котів та надати нові відомості, що можна використати у профілактиці цього захворювання.

Ключові слова: уроліти, нирки, сеча, сечові камені, дієта.

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РАЗНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ УРОЛИТИАЗА У КОШЕК

Е. С. Фирсова, Н. С. Канивец, А. С. Бездельна, А. Н. Хоменко,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

В этой обзорной статье представлена проанализированная и обобщенная информация относительно лечения больных уролитиазом домашних кошек. В ней приведены разъяснения относительно видов мочевых конкрементов, целесообразности применения консервативного или хирургического лечения. То есть лечение уролитиаза у кошек должно быть комплексным и обоснованным в каждом отдельном случае, так как без определения происхождения и приблизительного минерального состава камней лечение может не только не помочь, но и существенно ухудшить состояние больного животного. Кроме того, установление правильного диагноза дает возможность применить терапевтические методики, которые являются наименее травматическими для пациента. Так, например, для струвитных и цистиновых камней уместно медикаментозное лечение, для уролита оксалата кальция и большей части уратов – минимально-инвазивное удаление (литотрипсия, урогидропульсия и др.) Уретротомию и уретростомию следует проводить в крайних случаях, так как хирургические вмешательства не только увеличивают риск рецидивов, но и могут привести к постоянным изменениям в анатомии и функции мочевой системы.

Ключевые слова: уролиты, почки, моча, мочевые камни, диета.

Сечокам'яна хвороба котів є однією з найбільш поширених патологій серед домашніх улюбленців, що трапляється майже рівномірно серед самців і самок [18]. На жаль, у наш час хворобу реєструють випадково в результаті проведення рентген- або УЗ-діагностики, [22] пальпації, чи за клінічними проявами, у випадках погіршення загального стану тварини [19]. Зокрема в разі закупорки нижніх сечовивідних шляхів проявляється дизурія, гематурія, странгурія. За розвитку запальних процесів або обструкції сечоводів у тварин відмічається блювання, летаргія, больові імпульси. Проте симптоматика закупорки лише одного сечоводу може зводитися до болю, який не завжди виявляється у тварин. Водночас обструкція може призводити до гідронефрозу і подальшої втрати функціональності нирки. У котів утворені в нирках конкременти також можуть спричинити уремичний криз з компенсованою хронічною нирковою недостатністю [2, 11, 17]. Отже, рентген, УЗ-діагностика, пальпація, загальний аналіз крові [3] та сечі (визначення показника рН та ідентифікація кристалів мікроскопом), бактеріальні культури (чутливість мікроорганізмів) може допомогти визначити тип уроліта [14, 27, 28].

Зважаючи на локалізацію сечових конкрементів та їхню структуру, лікування хворих тварин може різнитися, тобто бути консервативним або оперативним.

Консервативне лікування полягає в застосуванні речовин широкого спектру дії, що включають анальгетики, спазмолітичні засоби, комерційні спеціалізовані препарати для розчинення окремих видів каменів та ін. [10, 15]. Особливу увагу надають алопатичним заходам, зокрема застосуванню тіазидних діуретиків, які посилюють реабсорбцію кальцію в каналцях [30]. Розчини лугів застосовують у разі збільшення кількісних показників цитрату в сечі [29], аллопуриноли зменшують кількість сечової кислоти, блокуючи її синтез із ксантину та гіпоксантину [21]. Також доречне застосування натрійцелюлозних фосфатів, які блокують всмоктування кальцію в кишечнику та підвищують кількість магнію в сечі, що призводить до зменшення синтезу оксалатів [20]. Проте навіть за наявності на ринку значної кількості спеціальних кормів та препаратів, найуніверсальнішим засобом консервативного лікування уролітіазу в котів залишається недостатнє насичення сечі кристалоїдами та збільшення об'єму сечі. Такі зміни можливі не лише за умови введення до раціону рідких кормів, а й за рахунок рідкої кристалоїдної терапії, а саме: застосування 0,9 % розчину натрію хлориду [12, 13, 16]. За даними епідеміологічних досліджень, нормалізація рН сечі до 6,0–6,3 за умови дотримання дієти з низьким показником магнію різко зменшує кількість рецидивів, хоча й не дає 100 % гарантій [7, 26].

У тих випадках, коли дієтотерапія та консервативне лікування не мають бажаного ефекту, надають перевагу сучасним методам хірургічного лікування: лазерна літотрипсія, ретроградна урогідропротрусьсія з можливою подальшою цистолітотомією [11, 24, 25]. За умови обструкції сечоводів проводять їх підшкірне шунтування, або стеноування [9], що має мінімальні операційні наслідки для хворої тварини. Проте, зважаючи на розмір котів більшість сучасних технологій застосовувати важко, тому розробка нових методів лікування і, що не менш важливо, діагностики, є актуальною проблемою сьогодення [1, 27].

Між тим у разі виявлення нефролітів, що не мають виражених клінічних симптомів, та відсутній деструктивний вплив на паренхіму нирки, ветеринарні лікарі проводять корекцію раціону тварини, що є достатнім для запобігання росту сечового конкременту. Водночас лікарі гуманної медицини не призначають медикаментозне лікування у разі олігурії, анурії, підвищеного рівня азотемії та прогресуючого ниркового розширення вен тазу [19]. Хірургічне втручання у разі оксалатного, цистинового та уратного видів уролітіазу без дотримання відповідної дієти тварини призводить до швидкого рецидиву цієї патології [5, 25].

Уроліти *оксалату кальцію* найбільш поширені конкременти в котів. Зокрема виявлена породна схильність до цього виду уролітів у котів персидської, гімалайської та бірманської порід [6]. Причини літогенезу цього виду не вивчені, відповідно не розроблені й надійні схеми розчинення вказаних уратів, залишаючи хірургічне втручання та літотрипсію найнадійнішими методами видалення сечових каменів [14, 19]. У разі нефролітіазу без прояву клінічних симптомів нефротомія не рекомендована. Потрібно обмежитися дієтотерапією, спрямованою на припинення літогенезу, виключити з раціону мінеральні добавки, обмежити кількість білків, вітамінів С і D, та збільшити кількість споживання води і Магнію. За умови кислої рН сечі можливе додавання цитрату калію [8, 23].

Струвільні уроліти (фосфат амонію, фосфат магнію, трипельфосфати) котів підрозділяються на три основні види: аморфні уретральні пробки, стерильні струвїти, а також уроліти, що формуються внаслідок інфекцій сечовивідних шляхів (бактерії, що продукують уреазу). В останньому випадку лікування має бути націлене на звільнення від інфекції сечовивідної системи [4]. Струвільні камені вирізняються своєю помірною рентгеноконтрастністю та нейтральним або лужним рН сечі в котів. Цей тип конкрементів добре розчиняється, тому найчастіше медичне розчинення є більш ефективним рішенням, аніж проведення хірургічного втручання, що веде за собою відповідні ризики. Зокрема 9 % рецидивів уролітіазу характеризуються як післяопераційні [5]. Крім того, частіше це економічно доцільно. Консервативне лікування стерильного струвільного уролітіазу включає зниження рН сечі до ≤ 6 , а також зниження концентрації Магнію в сечі за рахунок відповідної годівлі. Деякі комерційні корми сформовані для зниження ризиків утворення струвїтів та оксалатів кальцію, проте, як правило, з ними не варто призначати хлорид натрію та речовини, що знижують показники рН сечі [28]. Середній період розчинення стерильних струвїтів 2–5 тижнів за умов комплексної терапії та забезпечення ненасиченості сечі. У разі закупорки уретри доцільна урогідропротрусьсія, внутрішньокорпоральна лазерна літотрипсія або інші методи, не пов'язані з хірургічним втручанням, що доцільні для кожного окремого випадку. Коротший термін анестезії та більш швидке відновлення пацієнта принципово доречні, якщо порушені функції нирок [9, 25].

Показниками утворення *уратного* уроліту є гіперурікозурія та концентрована сеча з низьким показником рН. Складність діагностики полягає в тому, що найчастіше уратні камені не виявляються

рентгенологічно [19]. Варто зазначити, що причиною підвищеного показника сечової кислоти у крові можуть бути аномалії кровоносного русла і деякі патології печінки, оскільки вона має важливе значення в метаболізмі сечової кислоти. Проте це менш розповсюджено серед котів, частіше причини розвитку уратного уролітіазу залишаються ідеопатичними [11, 14].

Розчинення уратів краще застосовувати у разі, якщо патогенез захворювання не пов'язаний із захворюванням печінки. Проте розчиненню піддаються не всі види уратів, наприклад, урат амонію в котів необхідно видаляти хірургічно або застосовуючи літотріпсію. Потрібно зазначити, що рецидиви уратного уролітіазу реєструються найчастіше, тому лікування повинно мати широкий спектр профілактичних заходів. Дієтотерапія включає зниження попередників пурину і стимулювання підвищення рН сечі. Також є дані про ефективність аллопуринолу [28].

Цистинові уроліті реєструються в котів рідко. Вони формуються внаслідок зниження проксимальної кальцевої реабсорбції цистину. Відповідно розчинення цистину – основний шлях лікування уролітіазу цього типу.

Дієтотерапія включає зниження в раціоні білків, підвищення рН сечі. Високоєфективне застосування 2-меркаптопропионилглицина (тіол, тіопронін) проте варто зважати на індивідуальну чутливість тварин до цього препарату [19, 28].

Силікатні уроліті реєструються в котів найрідше. Складаються з діоксиду кремнію, часто мають у своєму складі також струв'їт. Як найменш розповсюджений вид уролітів вони найменш вивчені. Зокрема відомо, що на їх літогенез можуть впливати високий вміст кукурудзяного глютену або соєвих бобів. На сьогодні вплив на формування силікатних уролітів рН не виявлений [14, 28].

Зважаючи на дані літературного огляду, що наведені вище, однозначної думки у спеціалістів ветеринарної медицини щодо лікування уролітіазу у свійських котів немає. В окремих публікаціях [7, 12, 13, 16, 26] надається перевага консервативному лікуванню із дотриманням відповідної дієти, що супроводжує тварину протягом її життя. В інших [9, 11, 24, 25] обґрунтовується доцільність оперативного втручання. Хоча жодне із них не має абсолютних результатів видужання хворих тварин. Тому дослідження стосовно обрання лікування котів за сечокам'яної хвороби тривають і розглядаються відповідно до етіологічних та патогенетичних чинників.

Висновки

Зважаючи на наведені дані, правильна діагностика є основою відповідного лікування хворих на уролітіаз тварин. У зв'язку з вищезазначеним, метою нашої роботи було обґрунтувати доцільність різних методів лікування хворих на уролітіаз котів; дати роз'яснення щодо різновиду сечових каменів, які реєструються у тварин та умови, що провокують їхнє утворення. Отже, значний вплив на літогенез має рН сечі, зокрема: струв'їти, карбонат кальцію, урати гірше розчиняються в лужній сечі, цистин – у кислій. Для силікатних каменів рН сечі впливу не має. Оксалати кальцію, цистини та урати мають найбільшу схильність до рецидивів і потребують постійної дієтотерапії з відповідною корекцією і регулярним наглядом у ветеринарного лікаря. Тому завданням лікарів ветеринарної медицини є обрання альтернативних та доцільних методик лікування. Запровадження їх, відповідно, у практику спеціалізованих клінік задля зменшення показника ускладнень та рецидивів.

References

1. Hyekett, T., & Mazafferro, Je. (2011). *Jekstrennaja i intensivnaja veterinarnaja pomoshh. Tehnika vypolnenija procedur*. Moskva: Akvarium [In Russian].
2. Mikolenko, O. N., & Vatnikov, Ju. A. (2016). Dinamika pokazateley klinicheskogo analiza mochi pri lechenii tripelfosfatnogo urolitiaza u koshek. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2, 71–78. doi: 10.22363/2312-797X-2016-2-71-78 [In Russian].
3. Vasilev, Ju. G., Troshin, E. I., & Ljubimov, A. I. (2015). *Veterinarnaia klinicheskaja gematologija*. SPb.: Izdatelstvo «Lan» [In Russian].
4. Voytova, L. Ju., & Vatnikov, Ju. A. (2013). Korrektsiya giperfosfatemii u koshek s hronicheskoy pochechnoy nedostatochnostyu. *Rossiyskiy Veterinarniy Zhurnal (Melkie Domashnie Zhivotnyie)*, 4, 14–16 [In Russian].
5. Appel, S. L., Lefebvre, S. L., Houston, D. M., Holmberg, D. L., Stone, J. E., Moore, A. E., & Weese, J. S. (2008). Evaluation of risk factors associated with suture-nidus cystoliths in dogs and cats: 176 cases (1999–2006). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 233 (12), 1889–1895. doi: 10.2460/javma.233.12.1889.
6. Bartges, J. W. (2016). Feline Calcium Oxalate Urolithiasis: Risk factors and rational treatment

approaches. *J. Feline Med. Surg.*, 18 (9), 712–722. doi: 10.1177/1098612X16660442.

7. Bartges, J. W., Kirk, C. A., Cox, S. K., & Moyers, T. D. (2013). Influence of acidifying or alkalinizing diets on bone mineral density and urine relative supersaturation with calcium oxalate and struvite in healthy cats. *Am. J. Vet. Res.*, 74 (10), 1347–1352. doi: 10.2460/ajvr.74.10.1347.

8. Bartges, J., & Kirk, C. (2006). Nutrition and lower urinary tract disease in cats. *Vet. Clin. North. Am. Small Anim. Pract.*, 36 (6), 1361–1376. doi: 10.1016/j.cvsm.2006.08.006.

9. Berent, A. C., Weisse, C. W., Bagley, D. H., & Lamb, K. (2018). Use of a subcutaneous ureteral bypass device for treatment of benign ureteral obstruction in cats: 174 ureters in 134 cats (2009–2015). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 253 (10), 1309–1327. doi: 10.2460/javma.253.10.1309.

10. Coe, F. L., Evan, A., & Worcester, E. (2005). Kidney stone disease. *J. Clin. Invest.*, 115 (10), 2598–2608. doi: 10.1172/JCI26662.

11. Dennis, J., Stephen, P., & Patricia, Sch. (2010). *Canine and Feline Nephrology and Urology*. Elsevier Health Sciences, 2-nd edition.

12. Drobatz, K. J., & Cole, S. G. (2008). The influence of crystalloid type on acid-base and electrolyte status of cats with urethral obstruction. *J. Vet. Emerg. Crit Care*, 18 (4), 355–361.

13. Eisenberg, B. W., Waldrop, J. E., Allen, S. E., Brisson, J. O., Aloisio, K. M., & Horton, N. J. (2013). Evaluation of risk factors associated with recurrent obstruction in cats treated medically for urethral obstruction. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 243 (8), 1140–1146. doi: 10.2460/javma.243.8.1140.

14. Fromsa, A., Saini, N. S., & Rai, T. S. (2011). Diagnosis, prediction, and mineral analysis of uroliths in canines. *Global Veterinaria*, 7 (4), 610–617.

15. Hatch, M., & Freel, R. W. (2005). Intestinal transport of an obdurate anion: oxalate. *Urol. Res.*, 33 (1), 1–16. doi: 10.1007/s00240-004-0445-3.

16. Hall, J. A., Brockman, J. A., Davidson, S. J., MacLeay, J. M., & Jewell, D. E. (2017). Increased dietary long-chain polyunsaturated fatty acids alter serum fatty acid concentrations and lower risk of urine stone formation in cats. *PLOS ONE*, 12 (10), e0187133. doi: 10.1371/journal.pone.0187133.

17. Lulich, J. P., Osborne, C. A., & Albasan, H. (2014). Canine and Feline Urolithiasis: Diagnosis, Treatment, and Prevention. *Nephrology and Urology of Small Animals*, 685–706. doi:10.1002/9781118785546.ch69.

18. Lekcharoensuk, C., Lulich, J. P., Osborne, C. A., Koehler, L. A., Urlich, L. K., Carpenter, K. A., & Swanson, L. L. (2000). Association between patient-related factors and risk of calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate urolithiasis in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217 (4), 520–525. doi: 10.2460/javma.2000.217.520.

19. Lulich, J. P., & Osborne, C. A. (2009). Changing Paradigms in the Diagnosis of Urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 39 (1), 79–91. doi: 10.1016/j.cvsm.2008.10.005.

20. Mikawlawng, K., & Kumar, S. (2014). Current scenario of urolithiasis and the use of medicinal plants as antiurolithiatic agents in Manipur (North East India): A Review. *Int J Herbal Med*, 2 (1), 1–12.

21. Ngo, T. C., & Assimios, D. G. (2007). Uric Acid nephrolithiasis: recent progress and future directions. *Rev Urol*, 9 (1), 17–27.

22. Larson, M. M. (2009). The kidneys and ureters. *BSAVA Manual of Canine and Feline Abdominal Imaging*, 185–204. doi: 10.22233/9781905319718.16.

23. Paßlack, N., Burmeier, H., Brenten, T., Neumann, K., & Zentek, J. (2014). Relevance of dietary protein concentration and quality as risk factors for the formation of calcium oxalate stones in cats. *Journal of Nutritional Science*, 3. doi: 10.1017/jns.2014.13.

24. Roberts, S. F., Aronson, L. R., & Brown, D. C. (2011). Postoperative mortality in cats after ureterolithotomy. *Veterinary Surgery*, 40 (4), 438–443. doi: 10.1111/j.1532-950x.2011.00836.x.

25. Runge, J. J., Berent, A. C., Mayhew, P. D., & Weisse, C. (2011). Transvesicular percutaneous cystolithotomy for the retrieval of cystic and urethral calculi in dogs and cats: 27 cases (2006–2008). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 239 (3), 344–349. doi: 10.2460/javma.239.3.344.

26. Sakhaee, K. (2009). Pharmacology of Stone Disease. *Advances in Chronic Kidney Disease*, 16 (1), 30–38. doi: 10.1053/j.ackd.2008.10.004.

27. Samal, L., Pattanaik, A., Mishra, C., Maharana, B., & Baithalu, L. (2011). Nutritional strategies to prevent Urolithiasis in Animals. *Veterinary World*, 142. doi: 10.5455/vetworld.2011.142-144.

28. Scott, A. B. (2016). Urolithiasis in Small Animals. *MSD Manual Veterinary Manual*. Retrieved from: <http://www.msdvetmanual.com>.

29. Zerwekh, J. E., Odvina, C. V., Wuermser, L.-A., & Pak, C. Y. C. (2007). Reduction of Renal Stone Risk by Potassium-Magnesium Citrate During 5 Weeks of Bed Rest. *Journal of Urology*, 177 (6), 2179–2184. doi: 10.1016/j.juro.2007.01.156.

30. Zillich, A. J., Garg, J., Basu, S., Bakris, G. L., & Carter, B. L. (2006). Thiazide Diuretics, Potassium, and the Development of Diabetes. *Hypertension*, 48 (2), 219–224. doi: 10.1161/01.hyp.0000231552.10054.aa.

Стаття надійшла до редакції 25.08.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Фірсова Є. С., Канівець Н. С., Бездєльна А. С., Хоменко А. М. Обґрунтування доцільності різних методів лікування уролітіазу в котів. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 175–180.

© Фірсова Євгенія Сергіївна, Канівець Наталія Сергіївна,
Бездєльна Альона Сергіївна, Хоменко Анастасія Миколаївна, 2019

original article | UDC 636.09:616.99 (477) | doi: 10.31210/visnyk2019.03.24

PECULIARITIES OF DOG TOXASCAROSIS SPREADING IN THE TOWN OF POLTAVA

V. O. Yevstafieva,

ORCID ID [0000-0003-4809-2584](https://orcid.org/0000-0003-4809-2584), E-mail: evstva@ukr.net,

B. Yu. Golofayev,

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

At present dog breeding is becoming important in different branches of the economy. The requirements in the development of utility, decorative, sports, and special dog breeding are increasing, because these animals are indispensable assistants of people. There are a lot of various forms of using dogs in the world, one of which is to enrich the human spiritual experience. Besides, dogs are used in protecting economic and other objects, defending state borders. The interest in dog breeding leads to gathering a great number of dogs on a limited territory, and common walking dogs results in considerable spreading of invasion diseases, in particular, animal digestive tract nematodoses. Dog toxascariosis is considered by scholars to be one of the most widely spread dog helminthoses. The research was conducted in the laboratory of the Department of parasitology and veterinary-sanitary expert examination at Poltava State Agrarian Academy. The aim of the investigation was to study the peculiarities of spreading dog toxascariosis in the town of Poltava taking into account the dependence of infestation indices on the age of animals, and also the peculiarities of the disease course in case of dog digestive tract mixed invasions. As a result of coproscopical examination it was established that dog toxascariosis is a spread invasion on the territory of Poltava, and its average prevalence is 31.25 %. It was found out that dog toxascariosis mainly takes its course as mono-invasion (75 %). Mixed invasions were revealed in 25 % of animals suffering from toxascariosis, where *Toxascaris leonina* were found together with intestinal nematodes of *Trichuris vulpis*, *Uncinaria stenocephala* species and protozoa of *Isospora canis* species. Two-component mixed invasions were revealed in 70 % and three-component – in 30 % of cases. Most often dog toxascariosis-trichurosis associated invasion was diagnosed (40 % of the total number of the dogs suffering from mixed invasion). More rarely toxascariosis-uncinariosis (20 %), toxascariosis-trichurosis-uncinariosis (20 %), toxascariosis-isosporosis, and toxascariosis-trichurosis-isosporosis associated invasions (each 10 % respectively) were found. It was determined that toxascariosis invasion prevalence indices depend on the age of dogs. So, young dogs aged from 6 to 12 months were infested with *T. leonina* most of all, where average prevalence reached 46.51 %. The lowest prevalence indices were registered in dogs older than five years (16.67 %). The obtained results of the research will enable to increase the effectiveness of conducting treatment and prevention measures in case of dog toxascariosis taking into account the peculiarities of the course and dynamics of the invasion.

Key words: toxascariosis, dogs, spreading, mixed invasions, age dynamics.

ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ ТОКСАСКАРОЗУ СОБАК У МІСТІ ПОЛТАВИ

В. О. Євстаф'єва, Б. Ю. Голофаєв,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Собаківництво наразі набуває важливого значення в різних галузях народного господарства. Потреби в розвитку службового, декоративного, спортивного та спеціального собаківництва зростають, оскільки ці тварини – незамінні помічники людини. В усьому світі існує безліч різноманітних форм використання собак, одна з них – збагачення духовного світу людей. До того ж собаки беруть участь в охороні народногосподарських та інших об'єктів, зокрема державного кордону. Захоплення собаківництвом у містах призводить до скупчення великої кількості тварин на обмеженій терито-

рії, а спільний вигул собак призводить до значного поширення інвазійних захворювань, зокрема нематодозів травного каналу тварин. До одного з найбільш поширеного гельмінтозу собак науковці відносять токскарроз. Дослідження виконували на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. Метою досліджень було вивчити особливості поширення токскаррозу собак в умовах міста Полтави з урахуванням залежності показників інвазованості від віку тварин, а також особливостей перебігу хвороби у складі мікстінвазій травного каналу собак. За результатами копроскопічних досліджень встановлено, що токскарроз собак є поширеною інвазією на території міста Полтави, середня екстенсивність інвазії становить 31,25 %. З'ясовано, що токскарроз у собак переважно перебігає у вигляді моноінвазії (75 %). Мікстінвазії виявляли у 25 % хворих на токскарроз тварин, де *Toxascaris leonina* виявляли разом із кишковими нематодами видів *Trichuris vulpis*, *Uncinaria stenocephala* та найпростішими організмами виду *Isospora canis*. У 70 % випадків встановлено двокомпонентні мікстінвазії, у 30 % – трикомпонентні. Найчастіше в собак діагностували токскаррозно-трихурино-асоціативну інвазію (40 % від загальної кількості хворих на мікстінвазії собак). Рідше виявляли токскаррозно-унцинаріозну (20 %), токскаррозно-трихурино-унцинаріозну (20 %), токскаррозно-ізоспорозну та токскаррозно-трихурино-ізоспорозну асоціативні інвазії (по 10 % відповідно). Визначено, що показники екстенсивності токскаррозної інвазії залежать від віку собак. Найбільш інвазованим *T. leonina* був молодняк віком від 6 до 12 місяців, де середня екстенсивність інвазії сягала 46,51 %. Найнижчі показники екстенсивності інвазії реєстрували в собак старших п'ятирічного віку (16,67 %). Отримані результати досліджень дозволять підвищити ефективність проведення лікувальних та профілактичних заходів за умови токскаррозу собак з урахуванням особливостей перебігу та вікової динаміки інвазії.

Ключові слова: токскарроз, собаки, поширення, мікстінвазії, вікова динаміка.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТОКСАСКАРОЗА СОБАК В ГОРОДЕ ПОЛТАВЕ

В. А. Евстафьева, Б. Ю. Голофаев,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

В статье представлены результаты исследований по изучению особенностей распространения токскарроза собак на территории города Полтавы. Установлено, что средняя пораженность собак возбудителем токскарроза составляет 31,25 %. У собак инвазия преимущественно протекает в виде моноинвазии (75 %). Микстинвазии диагностировали в 25 % случаях, где *Toxascaris leonina* выделяли вместе с кишечными нематодами видов *Trichuris vulpis*, *Uncinaria stenocephala* и простейшими организмами вида *Isospora canis*. В 70 % случаев установлено двухкомпонентные микстинвазии, в 30 % – трехкомпонентные. Установлено, что показатели экстенсивности инвазии зависят от возраста собак. Так, наиболее инвазированным *T. leonina* был молодняк в возрасте от 6 до 12 месяцев, где средняя экстенсивность инвазии достигала 46,51 %.

Ключевые слова: токскарроз, собаки, распространение, микстинвазии, возрастная динамика.

Вступ

Соціально-економічні та геополітичні зміни в різних країнах світу, зокрема в Україні, призвели до різкого зростання використання собак у різних галузях. Це – застосування можливостей собак на кордоні, після катастроф, землетрусів, вибухів, пошук наркотиків, зброї тощо. З'явилися нові спеціальності – заводчики, кінологи, дресирувальники. Усе зазначене сприяє зростанню чисельності собак у мегаполісах, містах, селищах та інших сільських населених пунктах. У різних державних структурах утворилися цілі підрозділи, які займаються розведенням собак та їхнім дресируванням. Дуже багато громадян утримують у квартирах собак. При цьому багато хто не дотримується елементарних норм гігієни, санітарії. Більшість власників собак не перевіряють своїх чотирилапих на гельмінтози, обмежуються лише вакцинацією проти інфекційних хвороб. При цьому не звертається увага на зараженість собак збудниками паразитарних хвороб. Зокрема нематодозами травного каналу [1–5].

Одним з найбільш поширених збудників гельмінтозів у домашніх непродуктивних тварин є нематода *Toxascaris leonina* з родини Ascaridae. Личинки *T. leonina* проходять тканинну фазу розвитку в товщі стінки кишечника, що і визначає характер морфофункціональних змін з боку органів та систем м'ясоїдних в умовах цієї інвазії. Водночас у природних умовах у собак часто реєструється мікстінва-

зія декількома видами гельмінтів та найпростіших організмів. Відомо, що за наявності мікстинвазії в організмі хазяїна виникають більш глибокі зміни функцій органів і систем [6–10].

У дослідженнях вітчизняних і зарубіжних авторів токскарроз зареєстровано в собак на території багатьох країн світу, зокрема в Україні. Екстенсивність інвазії собак *T. leonina* на території Словацької Республіки становила 7,3 %, Мексики – 5,5 %, Болгарії – 2,5 %, Ірану – 6 %, Туреччини – 15 %, Зімбабве – 1,6 % [11–16].

На території східної частини України вітчизняними науковцями при дослідженні собак було зареєстровано 9 видів гельмінтів, одним з яких є *Toxascaris leonina* (von Linstow, 1902). Причому екстенсивність гельмінтозної інвазії у собак, що утримувались індивідуально у квартирах, була 39,2 %, в умовах розплідника службового собаківництва – від 19,6 до 32,7 % [17]. Водночас на території Полтавської області паразитофауна собак представлена 8 збудниками гельмінтозів, де екстенсивність інвазії собак токскарисами становила 15,15 %, а інтенсивність інвазії коливалася в межах від 13,17 до 16,54 екз. яєць у 1 краплі досліджуваної рідини [18].

Зважаючи на вищенаведене, метою наших досліджень було вивчити особливості поширення токскаррозу собак в умовах міста Полтави. Для досягнення мети необхідно розв'язати наступні задачі: встановити показники інвазованості собак різних вікових груп *Toxascaris leonina*; визначити особливості перебігу токскаррозу у складі нематодозів та протозоозів травного каналу тварин.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж 2018–2019 рр. в умовах лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії.

Вивчення поширення токскаррозу та інших кишкових інвазій собак у місті Полтаві здійснювали за результатами копроскопічного дослідження тварин, які надходили до лабораторії. Усього досліджено 128 собак різних вікових груп (до 6 міс., 6–12 міс., 1–5 р. та старші 5 р.). При паразитологічному обстеженні собак основними показниками ураження тварин збудниками гельмінтозів та протозоозів були екстенсивність та інтенсивність інвазії (EI та II). Гельмінтоооскопію проб фекалій проводили за методом Котельникова-Хренова [19].

Визначення видової належності яєць гельмінтів та найпростіших організмів проводили за допомогою атласів диференціальної діагностики гельмінтозів та протозоозів тварин [20, 21].

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених досліджень встановлено, що токскарроз є поширеною інвазією собак різних вікових груп на території міста Полтави. Середня екстенсивність інвазії становила 31,25 % за наявності інтенсивності інвазії – від 3 до 47 яєць у трьох краплинах флотаційної рідини. Водночас виявлено, що токскарроз переважно перебігає у вигляді моноінвазії – 75 %. Мікстинвазії виявляли у 25 % хворих на токскарроз собак (рис. 1).

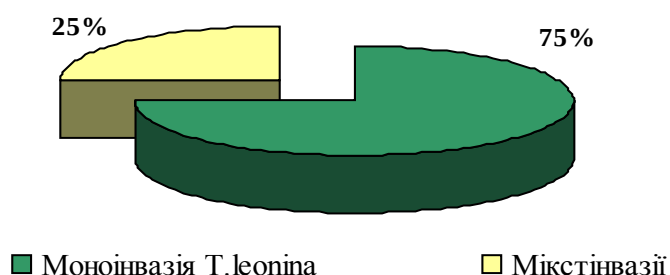


Рис. 1. Відсоткове співвідношення моно- та мікстинвазій собак за токскаррозу

Toxascaris leonina за умови асоціативного перебігу виявляли разом із нематодами видів *Trichuris vulpis*, *Uncinaria stenocephala* та найпростішими організмами виду *Isospora canis*. Частіше виявляли двокомпонентні мікстинвазії – у 70 % від загальної кількості хворих на мікстинвазії собак. У 30 % випадках виявляли трикомпонентні мікстинвазії (рис. 2).

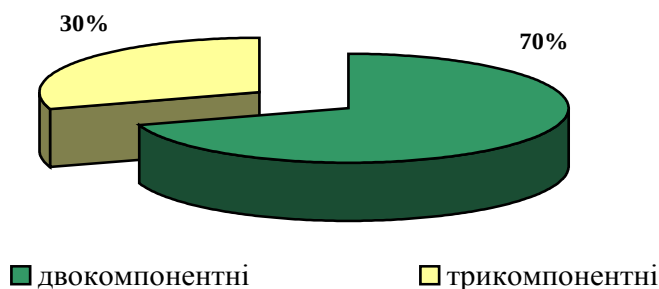


Рис. 2. Відсоткове співвідношення дво- та трикомпонентних мікстинвазій за токскаррозу собак

Найчастіше у собак діагностували токскаррозно-трихурузну інвазію (40 %). Рідше виявляли токскаррозно-унцинаріозну (20 %), токскаррозно-трихурузно-унцинаріозну (20 %), токскаррозно-ізоспорозну (10 %) та токскаррозно-трихурузно-ізоспорозну асоціативні інвазії (10 %) (рис. 3).

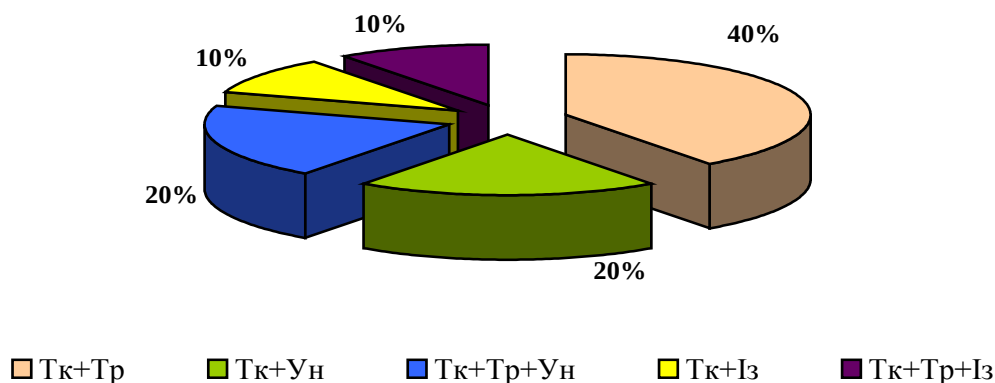


Рис. 3. Особливості перебігу токскаррозу собак у складі мікстинвазій: Тк – токскарроз, Тр – трихуроз, Ун – унцинаріоз, Із – ізоспороз

За результатами проведених досліджень встановлено, що показники екстенсивності токскаррозової інвазії залежать від віку собак (рис. 4).

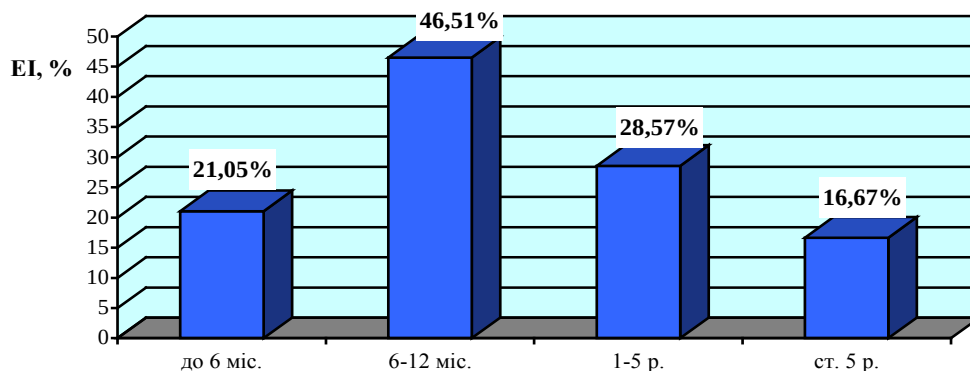


Рис. 4. Вікова динаміка токскаррозу собак

Хоча токскарроз діагностували в собак будь-якого віку, однак найбільш інвазованим *T. leonina* виявився молодняк віком від 6 до 12 місяців, де середня екстенсивність інвазії сягала 46,51 %. Менш інвазованими були цуценята до 6-місячного віку (EI – 21,05 %) та собаки віком від одного до п'яти років (EI – 28,57 %). Найменш ураженими виявилися собаки старші 5 річного віку, середня екстенсивність інвазії становила 16,67 %.

вність інвазії становила 16,67 %.

Згідно з літературними даними токскарроз собак є однією з поширених нематодозів травного каналу тварин в Україні, особливо в містах, де відбувається зосередження великої кількості різних собак (домашніх, безпритульних, породистих, безпородних). Причому показники інвазованості тварин можуть коливатися в межах від 5,4 до 15,15 % [18, 22]. Водночас за результатами власних досліджень середня інвазованість собак на території міста Полтави становила 31,25 %. На нашу думку, таке розповсюдження збудника інвазії пов'язане із відсутністю профілактичних дегельмінтизацій та діагностичних досліджень тварин. Також нами виявлено, що токскарроз може перебігати у вигляді мікстинвазій разом із збудниками інвазійних захворювань кишкового каналу – *T. vulpis*, *U. stenocephala*, *I. canis*. Про асоціативний перебіг гельмінтів свідчать і результати досліджень інших науковців [14, 16]. Одночасно з'ясовано, що вікова динаміка токскаррозу собак характеризується найбільшою сприйнятливістю молодняка віком від 6 до 12 місяців до збудника інвазії. В подальшому з віком собак показники екстенсивності інвазії поступово знижуються, що, на нашу думку, пов'язано із формуванням вікового імунітету.

Висновки

Встановлено, що токскарроз є поширеною нематодозною інвазією собак на території міста Полтави, де середня екстенсивність інвазії становить 31,25 %. З'ясовано, що *Toxascaris leonina* в організмі собак частіше паразитує у вигляді моноінвазії (75 %), рідше – у вигляді мікстинвазій (25 %) разом із збудниками інвазійних хвороб кишкового каналу тварин, а саме: *Trichuris vulpis* (до 70 %), *Uncinaria stenocephala* (до 40 %) та *Isoospora canis* (до 20 %). Виявлено залежність показників інвазованості собак *T. leonina* від їхнього віку. Найбільш ураженим виявився молодняк віком від 6 до 12 місяців, середня екстенсивність інвазії становить 46,51 %.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується вивчити ефективність сучасних антигельмінтних препаратів за наявності токскаррозу собак.

References

1. Bovenkerk, B. & Nijland, H. J. (2017). The Pedigree Dog Breeding Debate in Ethics and Practice: Beyond Welfare Arguments. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 30 (3), 387–412. doi: 10.1007/s10806-017-9673-8.
2. Bepalova, N. S. (2003). Uchastie domashnej sobaki v jepizootologii rjada gelmintofov v uslovijah goroda. *Veterinarija*, 1, 31–33 [In Russian].
3. Furth, M., Hoida, G. & el-On, J. (1990). Prevalence of helminths in dogs in the Hadera district of Israel. *Israel Journal of Medical Sciences*, 26 (11), 636–637.
4. Kim, J., Williams, F. J., Dreger, D. L., Plassais, J., Davis, B. W., Parker, H. G. & Ostrander, E. A. (2018). Genetic selection of athletic success in sport-hunting dogs. *PNAS*, 115 (30), 7212–7221. doi: 10.1073/pnas.1800455115.
5. Wyckliff, N., Kitaa, J., Thaiyah, A., Maingi, N., Muriuki, J. B. & Chepkirui, E. (2017). Coprological Study to Determine the Prevalence of Intestinal Helminthes in Dogs of Nairobi, Kenya – A Potential Zoonotic Threat. *International Journal of Veterinary Science and Research*, 3 (1), 025–029. doi: 10.17352/ijvrs.000019.
6. Kim, Y. H. & Huh, S. (2005). Prevalence of *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina* and *Dirofilaria immitis* in dogs in Chuncheon, Korea (2004). *Korean Journal of Parasitology*, 43 (2), 65–67. doi: 10.3347/kjp.2005.43.2.65.
7. Paquet-Durand, I., Hernández, J., Dolz, G., Zuñiga, J. J., Schnieder, T. & Epe, C. (2007). Prevalence of *Toxocara* spp., *Toxascaris leonina* and ancylostomidae in public parks and beaches in different climate zones of Costa Rica. *Acta Tropica*, 104 (1), 30–7. doi: 10.1016/j.actatropica.2007.06.011.
8. Esaulova, N. V. (2000). Gelmintozy sobak i koshek, opasnye dlja cheloveka i ih diagnostika. *Veterinarija*, 6, 22–29 [In Russian].
9. Sivkova, T. N. (2011). Hronicheskaja fetoplacentalnaja nedostatochnost kak sledstvie invazii u plotojadnyh zhivotnyh. *Veterinarnyj Vrach*, 2, 45–47 [In Russian].
10. Ruiz de Ybáñez, M. R., Garijo, M. M. & Alonso, F. D. (2001). Prevalence and viability of eggs of *Toxocara* spp. and *Toxascaris leonina* in public parks in eastern Spain. *Journal of Helminthology*, 75 (2), 169–173. doi: 10.1079/joh200164.
11. Szabová, E., Miterpáková, J. M., Antolová, D., Papajová, I. & Šefčíková, H. (2007). Prevalence of

important zoonotic parasites in dog populations from the Slovak Republic. *Helminthologia*, 44 (4), 170–176. doi: 10.2478/s11687-007-0027-3.

12. Lopez, G., Alvarez-Centeno, P., Cueto-Gonzalez, S., Monge-Navarro, F., Tinoco-Gracia, L., Nuñez-Castro, K., Perez-Ortiz, P., Medina-Basulto, G., Tamayo-Sosa, A., & Gomez-Gomez, S. (2017). Prevalence and distribution of intestinal parasites in stray dogs in the northwest area of Mexico. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 49 (2), 105–111. doi: 10.4067/S0719-81322017000200105.

13. Radev, V., Lalkovski, N., Zhelyazkov, P., Kostova, T., Sabev, P., Nedelchev, N. & Vas-sileva, R. (2016). Prevalence of gastrointestinal parasites and *Dirofilaria* spp. in stray dogs from some regions in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 19 (1), 57–62. doi: 10.15547/bjvm.872.

14. Kamrani, A. R., Sardari, K. & Razmi, G. R. (2006). Prevalence of *Echinococcus granulosus* and other intestinal helminths of stray dogs in Mashhad area, Iran. *Archives of Razi Institute*, 61 (3), 143–148. doi: 10.22092/ari.2006.103794.

15. Öge, S., Öge, H., Gönenç, B., Özbakış-Beceriklisoy, G. & Yildiz, C. (2013). Presence of *Toxocara* eggs on the hair of dogs and cats. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 60, 171–176. doi: 10.1501/Vetfak_00000002573.

16. Davidson, A.-K., Bhikha, K., Vassilev, G. D. & Dhliwayo, S. (2017). Prevalence of intestinal helminth parasites in stray dogs in urban Harare and selected rural areas in Zimbabwe. *Zimbabwe Veterinary Journal*, 35 (2), 1–7.

17. Shehovcov, V. S., Mashkej, Y. A., Myshhenko, A. A., Pryhodko, Ju. A. & Lucenko, L. Y. (1997). Widowoj coctaw parasitow domaschnich zhiwotnych. *Problemy veterynarnogo obslugovuvannja dribnyh domashnih tvaryn, Materialy II mizhnarodnoii naukovo-praktychnoi konferencii*. Kyiv [in Russian].

18. Klymenko, O. S. (2011). Analiz epizootologichnoii sytuacii shhodo gelmintoziv sobak u pryvatnyh gospodarstvah Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Agrarnoi Akademii*, 3, 127–129 [In Ukrainian].

19. Kotelnikov, G. A. (1983). *Gelmintologicheskie issledovaniya zhivotnyh i okruzhajushhej sredy*. Moskva: Kolos [In Russian].

20. Cherepanov, A. A., Moskvina, A. S., Kotelnikov, G. A. & Hrenov, V. M. (1999). *Atlas. Differencialnaja diagnostika gelmintozov po morfologicheskoi strukture jaic i lichinok vzbuditelej*. Moskva: Kolos [In Russian].

21. Manzhos, O. F. & Panikar, I. I. (2006). *Veterynarna protozoologija*. Doneck [In Ukrainian].

22. Lucenko, L. I., Pavlenko, S. V., & Ponomarenko, A. M. (2003). Osoblyvosti epizootologii gelmintoziv u sobak v umovah m. Harkova. *Veterynarna Medycyna: Mizhvidomchyj Tematychnyj Naukovyj Zbirnyk*, 81, 198–202.

Стаття надійшла до редакції 03.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Євстаф'єва В. О., Голофаєв Б. Ю. Особливості поширення токсаміозу собак у місті Полтава. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 181–186.

© Євстаф'єва Валентина Олександрівна, Голофаєв Богдан Юрійович, 2019



review article | UDC 639.2.09:616.995.121 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.25

COLLECTING INFORMATION ON FISH LIGULIDOSE INVASION

N. S. Shcherbakova,

ORCID ID: [0000-0002-3573-7673](https://orcid.org/0000-0002-3573-7673), E-mail: peredera@ukr.net,

K. P. Krupa,

E-mail: katayk1506@gmail.com.

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

The purpose of this article is to highlight updated and generalized information on the ligulidose invasion of freshwater fish, namely Cyprinidae family, with emphasis on clinical manifestations of the disease, epizootology, life cycle of the invasion pathogen and its effect on food characteristics of the infested fish. In order to comprehensively cover this topic, the following methods of scientific research were used: systematic analysis of known scientific sources, empirical method (for assessing the current state of the subject under study), abstract-logical – in order to find out the basic concepts of this topic. Considering the spreading of the fishing industry on the territory of Ukraine, the problem of fish infestation with ligulidose invasion is quite urgent at present. Ligulidose invasions include ligulosis, migraine and schistocephalosis. Ligulidosis is a quite spread freshwater fish disease. Fish from the Cyprinidae family are susceptible to this group of diseases, but pike, pike perch are resistant to this invasion. The structure of the mature ligulide body corresponds to the general characteristics of the majority of cestodes, but has its own distinct differences (slightly dissected strobila, different variations in the body shape, the neck is often absent). This group of fish parasitic diseases is characterized by plerocercoids (second larval stage of the pathogen) parasitizing in the internal organs of freshwater aquatic organisms. Parasitizing of these cestodes in the internal organs causes the upsetting of their functioning, and subsequently atrophy. In addition, the process of growth and reproduction is upset. The characteristics of pathological changes are almost always the same, and represented by the exhaustion of the infested fish and their rapid death. The invasion pathogens have a wide range of hosts, which covers protozoa, fish and birds. Due to a wide range of hosts, ligulidoses spread quickly, not only on the territory of water reservoir, but also beyond its borders. Infested fish often becomes a prey to fish-eating birds, which spread this invasion over a large area. The greatest infestation intensity is detected in summer, although the infested specimens can be found at any time of the year. The infestation of fish with this invasion causes irreversible changes in aquatic organisms, which significantly affects not only the market condition of fish, but also its food characteristics. The information highlighted in this article can be used not only during scientific research, but also introduced in the process of training specialists of veterinary medicine.

Key words: ligulidose invasion, ligulosis, migraine, schistocephalosis, fish.

УЗАГАЛЬНЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ЛІГУЛІДОЗНОЇ ІНВАЗІЇ РИБ

Н. С. Щербакова, К. П. Крупа,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Ця стаття має оглядовий характер щодо лігулідозної інвазії риб. У роботі наводяться останні узагальнені літературні дані щодо паразитологічної характеристики лігулідозної інвазії. З акцентом на клінічні прояви захворювання, епізоотичні особливості та вплив гельмінтів на харчові характеристики уражених риб. Зважаючи на поширеність рибної промисловості на території України, проблема зараження риби лігулідозною інвазією є досить актуальною. До групи лігулідозних інвазій відносять лігульоз, диграмоз та шистоцефальоз. Лігулідози досить поширене в Україні захворювання

прісноводної риби. Сприятливими до цієї групи захворювань вважаються риби з родини карпових, а от щука, судак мають стійкість проти цієї інвазії. Будова тіла у статевозрілих лігулід відповідає загальній характеристиці більшості цестод, але має і свої певні відмінності (слабо розчленована стробіла, різноманітні варіації форми тіла, досить часто відсутня шийка). Ця група паразитологічних захворювань риби характеризується паразитуванням плероцеркоїдів (другої личинкової стадії збудника) на внутрішніх органах прісноводних гідробіонтів. Паразитування цих цестод на внутрішніх органах спричиняє порушення їхнього функціонування, а згодом й атрофію, крім того порушується процес росту та розмноження. Характеристика патологічних змін майже завжди однакова і представлена виснаженням уражених особин та їх швидкою загибеллю. Збудники інвазії мають широке коло господарів, яке охоплює найпростіших, риб та птахів. За рахунок широкого кола господарів лігулідози досить швидко розповсюджуються не лише по території водоймища, а й за його межами. Уражена риба досить часто стає здобиччю рибоїдних птахів, які й поширюють цю інвазію на значній території. Найбільшу інтенсивність ураження виявляють влітку, хоча уражених особин можна зустріти в будь-яку пору року. Ураження риби цією інвазією спричиняє незворотні зміни в організмі гідробіонтів, що значно впливають не лише на товарний вигляд риби, а й на її харчові характеристики. Висвітлена у цій статті інформація може бути використана не лише при проведенні наукових досліджень, а й впроваджена у процес навчання під час підготовки спеціалістів у галузі ветеринарної медицини.

Ключові слова: лігулідозна інвазія, лігульоз, диграмоз, шистоцефальоз, риба.

ОБОБЩЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ КАСАТЕЛЬНО ЛИГУЛИДОЗНОЙ ИНВАЗИИ РЫБ

Н. С. Щербакова, К. П. Крупа,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

В статье приводятся последние обобщенные литературные данные по паразитологической характеристике лигулидозной инвазии. С акцентом на клинические проявления заболевания, эпизоотические особенности и влияние гельминтов на пищевые характеристики пораженных рыб. К группе лигулидозных инвазий относят лигулез, диграмоз и шистоцефалез. Благоприятными к этой группе заболеваний считаются рыбы семейства карповых. Эта группа паразитологических заболеваний рыбы характеризуется паразитированием плероцеркоидов на внутренних органах пресноводных гидробионтов. Паразитирования данных цестод на внутренних органах вызывает нарушения их работы, а впоследствии и атрофию, кроме того нарушается процесс роста и размножения. Возбудители инвазии имеют широкий круг хозяев, который охватывает простейших, рыб и птиц. За счет широкого круга хозяев лигулидозы достаточно быстро распространяются не только по территории водоема, но и за его пределами. Принимая во внимание распространенность рыбной промышленности на территории Украины проблема инвазованности рыбы лигулидозной инвазией является весьма актуальной в настоящее время.

Ключевые слова: лигулидозна інвазія, лігулез, диграмоз, шистоцефалез, риба.

Сьогодні рибна промисловість є досить поширеною галуззю виробництва в Україні, хоч і переживає не найкращі часи свого розвитку. Ця промисловість знаходиться на четвертому місці серед інших галузей аграрного сектору в Україні. Це і не дивно, адже риба є цінним продуктом харчування для населення країни [9, 10]. М'ясо риб містить у своєму складі незначну кількість сполучної тканини, що забезпечує повноцінне перетравлення та легке засвоєння поживних речовин.

Однією з основних причин, яка перешкоджає розвитку рибиництва як провідної галузі господарства в Україні є гельмінтозні захворювання риби. З кожним роком рівень інвазованості риби збільшується через розширення обсягів виробництва. Інвазованість рибної продукції призводить до значних економічних збитків у рибних господарствах. Отже, питання вивчення гельмінтозних хвороб риб нині є досить актуальною темою [5, 24].

Останнім часом набули широкого розповсюдження у водоймищах спалахи такого інвазійного захворювання риб як лігулідози [2].

Лігулідози – це група інвазійних захворювань риби, до якої належить лігульоз, диграмоз та шистоцефальоз [20]. Збудники захворювання належать до класу Cestoidae, родини Ligulidae.

Лігулідозна інвазія риби характеризується паразитуванням плероцеркоїда (другої личинкової ста-

дії) на внутрішніх органах риби. Внаслідок чого порушується не лише товарний вигляд тушки, а й знижується харчова цінність такої риби. Досить часто внаслідок такого співіснування між гельмінтом та рибою, остання гине.

Найбільш широко розповсюдженим в Україні вважається лігульоз [22]. Збудником цього інвазійного захворювання є *Ligula intestinalis* та *L. pavlovskii* [26]. Захворювання реєструють у природних та штучних водоймах.

Плероцеркоїди лігул великого розміру, стрічкоподібної форми, мають біле або кремове забарвлення. Розміри сягають від 5 до 120 см у довжину та 0,5–1,7 см у ширину [29]. На передньому кінці стробіли паразита розташовані щілиноподібні ботрії для фіксації на тканинах організму. Вздовж тіла гельмінта розміщені комплекси статевих систем, які відкриваються назовні статевими отворами в повздовжній борозні на вентральній частині тіла збудника [14].

Яйця овальні з кришечкою, мають наступні розміри – 0,057–0,069х0,05 мк, незрілі.

За циклом розвитку лігули – біогельмінти та розвиваються з допомогою 3 господарів. Дефінітивним господарем є рибоїдні птахи, проміжним – циклопи та діаптомуси, а от риба виступає в ролі додаткових хазяїв [23].

Незрілі яйця збудника потрапляють у зовнішнє середовище разом з продуктами життєдіяльності рибоїдних птахів. За сприятливих умов яйця перетворюються в корацидій, яким своєю чергою і заражаються нижчі ракоподібні. В організмі останніх корацидій розвивається до процеркоїда – першої личинкової стадії збудника [7, 20].

Риба при поїданні ракоподібних заражається лігульозом. В організмі додаткових господарів процеркоїд розвивається протягом 8–12 місяців та досягає своєї інвазивної стадії – плероцеркоїда. Збудник зберігає свою інвазивність протягом 3-х років. Розвиваючись, плероцеркоїд збільшується в розмірах та спричиняє атрофію внутрішніх органів риби, за рахунок чого остання стає в'ялою та відстає в рості [6, 16]. Зараження птахів відбувається при поїданні інвазованої риби.

Поширення інвазії створює сприятливі умови для життєдіяльності рибоїдних птахів на берегах водоймищ. Найчастіше захворюваність риби виявляють влітку, а от навесні рівень зараженості мінімальний. Характерним є те, що рівень ураженості риби навесні менший удвічі, ніж улітку [7].

Клінічно захворюваність у риби характеризується не лише затримкою в рості та розвитку, а й зміною поведінки інвазованих особин [26]. Заражена риба плаває на одному боці, або черевом угору. Вона не запливає на глибокі ділянки водоймища, а тримається весь час поблизу берега в поверхневих шарах води. Під час небезпеки риба не втікає від хижака і досить часто стає здобиччю рибоїдних птахів. При зовнішньому огляді виловленої риби встановити її ураженість лігульозом можливо лише при великій інтенсивності інвазії [4, 19]. Зовні така риба є дуже виснаженою, черевце сильно збільшене в розмірах, іноді через велику кількість плероцеркоїдів черевна стінка не витримує та під високим тиском рветься, і як наслідок риба гине.

При розтині виявляють загальне виснаження, атрофію всіх внутрішніх органів та ураження гонад [1].

Також до групи лігулідозної інвазії відносять диграмоз [27]. Збудником цієї інвазії є *Digamma interrupta* (Рудольф, 1810) також з родини Ligulidae, але належить до роду Digamma.

Відповідно, оскільки лігульоз та диграмоз відносять до однієї родини, то ці два захворювання мають спільні риси та деякі незначні відмінності.

До відмінностей будови тіла належить наявність двох статевих борозен розташованих з вентральної сторони стробіли. Тіло паразита слабо розчленоване, у розмірах досягає від 10 до 120 см довжини, та 0,7–1,6 см ширини [17].

Цикл розвитку збудника диграмозу аналогічний циклу лігульозу та відбувається за участю 3 господарів [25].

Цю інвазію реєструють у південних та центральних частинах України. Захворювання трапляється в риби віком 3–4-х років, при цьому ураженість становить 37–48 % [16, 21]. Виражена сезонність захворювання – весняно-літній період. Клінічно захворюваність риби на диграмоз характеризується відставанням риби в рості та розвитку, збільшенням у розмірах черевної порожнини та загальному виснаженні [8, 28].

Через значну схожість диграмозу з лігульозом деякі автори вважають, що *D. interrupta* просто рідкісна форма виду *Ligula*. Автори наголошують, що *D. interrupta* належить не до іншого роду і не синонімічного з родом *Ligula*, а всього лише іншим видом роду *Ligula* [22].

Крім того до групи лігулідозної інвазії відносять і шистоцефалоз, збудником якого є *Schistocephalus solidus* родини Ligulidae. Інвазія переважно вражає триголкових колюшок, що розм-

ножуються в північних районах нашої країни [15, 21].

На відмінну від інших захворювань цієї групи дорослі шистоцефали менших розмірів (довжина сягає 22–45 мм, ширина – 6–9 мм), добре виражене розчленування стробіли, а статеві органи розміщені в один ряд, і тому вони мають одну статеву борозну [11, 12].

Життєвий цикл, клінічні ознаки та епізоотичні особливості паразита аналогічні іншим лігулідозам [8, 30].

Діагностують цю групу інвазій на основі епізоотичних даних, клінічних ознак хвороби, патолого-анатомічних змін (а саме: при виявленні плероцеркоїдів), а також проводять дослідження фекалій дефінітивних господарів методом флотації [3].

Через паразитування плероцеркоїдів лігулід на внутрішніх органах риби і подальшої їхньої атрофії, м'язова тканина гідробіонтів втрачає велику кількість поживних речовин, а саме: зменшується вміст білка, жиру, кальцію, фосфору, знижується вміст сухої речовини та калорійність такої риби [11]. У результаті чого при тривалому зберіганні ураженої риби підвищується індекс бактеріологічного осіменіння такої продукції. Уражена риба з високим рівнем бактеріологічного осіменіння може бути причиною розвитку тяжких токсикоінфекцій у споживачів такої продукції.

Отже, ветеринарно-санітарна експертиза при лігулідозній інвазії риб залежить від ступеня інвазованості живої особини. Рибу з невисоким рівнем зараження реалізують без обмеження після патрання тушки, у разі ж високої інтенсивності інвазії рибну продукцію направляють на промислову переробку [13, 18].

Висновки

З розвитком рибної промисловості на території України проблема інвазованості риби стає більш актуальною та вимагає всебічного дослідження. Зважаючи на вищенаведену інформацію, мета нашої статті полягала у висвітленні оновленої та більш узагальненої інформації щодо ураження прісноводної риби лігулідозною інвазією, а також безпосередній вплив гельмінтів на харчові характеристики рибної продукції. Отже, на основі проведеного аналізу літератури можна зробити наступний висновок. Лігулідози є типовими представниками класу цестод. Ця група інвазії об'єднує три гельмінтозні захворювання: лігульоз, диграмоз та шистоцефальоз, які морфологічно дещо різняться між собою та спричиняють схожі клінічні симптоми. Уточнена інформація про те, що *D. interrupta* є рідкісною формою виду *Ligula*. Хоча риба і функціонує в ролі додаткових господарів у життєвому циклі паразита, саме вона зазнає найбільшого негативного впливу з боку плероцеркоїдів лігулідозів. Паразитування лігулідозів у тілі риби спричиняє незворотні зміни в хімічному складі м'язової тканини риб, що значно знижує харчові показники такої продукції, крім того така риба може стати причиною розвитку тяжкої токсикоінфекції, на що необхідно зважати при проведенні ветеринарно-санітарної експертизи.

References

1. Haievska, A. V. (2004). Parazytolohiia ta patolohiia ryb. Entsykloped. slov.-dovid. Kyiv: Naukova dumka [In Ukrainian].
2. Davydov, O. M., & Kurovska, L. Ya. (2007). Suchasna epizootychna sytuatsiia ikhtiofauny prysnovodnykh vodoim Ukrainy. *Visnyk DAU* 2 (19), 101–106 [In Ukrainian].
3. Davydov, O. N., Temnihanov, Ju. D., Bazeev, R. E., & Volovik, G. P. (2003). Parazyty i parazytozy ryb v vodoemakh Ukrainy. *Teoreticheskie i Prakticheskie Issledovaniia V Ihtiopatologii*, 7–47.
4. Yevtushenko, A. V. (2003). Lihulidozy ryb (epizootolohiia, biolohiia zbudnykiv, patohenez, rozrobka zakhodiv borotby) *Extended abstract of candidate's thesis*. Natsionalnyi naukovyi tsentr «Instytut eksperymentalnoi i klinichnoi veterynarnoi medytsyny», Kharkiv [In Ukrainian].
5. Katiukha, S. M., & Vozniuk, I. O. (2016). Poshyrennia invaziinykh khvorob ryb u vodoimakh Rivnenskoï oblasti. *Veterynarna Biotekhnolohiia*, 28, 94–101 [In Ukrainian].
6. Katiukha, S. M., & Orel, A. M. (2018). The role of aboriginal fish in the emergence of an invasion in invading species. *Bulletin "Veterinary Biotechnology"*, 32 (2), 230–235. doi: 10.31073/vet_biotech32(2)-27.
7. Kvach, Yu. V. (2001). Lihuloz bychka babky (*Neogobius fluviatilis*) v okremykh lymanakh Pivnichno-Zakhidnoho Prychornomoria. *Vestn. Zoologii*. 1, 85–88 [In Ukrainian].
8. Kirillov, A. A., Kirillova, N. Ju., & Evlanov, I. A. (2018). Parazyty ryb (pisces) samarskoï oblasti. Soobshhenie 2. Platyhelminthes, Nematoda i Acanthocephala. *Izvestija Samarskogo Nauchnogo Centra Rossijskoï Akademii Nauk*, 20, 652–674 [In Russian].
9. Kurhanska, O. S., & Klymenko, O. V. (2012). Suchasnyi stan, perspektyvy, problemy ta napriamy

reformuvannya rybnogo hospodarstva v Ukraini. *Aktualni problemy ekonomiky ta upravlinnia*, 3, 48–54 [In Ukrainian].

10. Mazur, T. V., Sorokina, N. H., Halchynska, O. K., Novhorodova, O. Yu., & Oliinyk, O. B. (2011). Epizootychna sytuatsiia z infektsiinykh khvorob ryby v Ukraini. *Naukovi dopovidi NUBiP*, 5 (25), 45–53 [In Ukrainian].

11. Mastruk, A. A., & Vovk, N. I. (2012). Helmintozy masovykh vydiv ryb ozera Liutsymer Shatskoho natsionalnoho pryrodnoho parku. *Pryroda Zakhidnoho Polissia ta Prylehlykh Terytorii*, 9, 234–237 [In Ukrainian].

12. Mandyhra, M. S., & Zbozhynska, O. V. (2008). Epizootychna sytuatsiia v rybnytskykh hospodarstvakh Rivnenshchyny. *Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Aktualni problemy okhorony zdorov'ia ryb ta inshykh hidrobiontiv»*, Feodosiia [In Ukrainian].

13. Mashnikova, T. O. (2017). Veterinarno-sanitarnaja jekspertiza ryby pri liguleze. *Rossiiskij Parazitologicheskij Zhurnal*, 3 (41), 249–252 [In Russian].

14. Moldovan, O. M., & Khudyi, O. I. (2015). Kharakterystyka pokaznykiv zarazhenosti ryb Dnistrovskoho vodoskhovyshcha tsestodamy. *Hidroekolohiia*, 3–4 (64), 473–476 [In Ukrainian].

15. Poljakov, G. D., Titarenko, A. G., Kruglov, S. N., & Gavrillin, K. V. (2006). Opyt bor'by s boleznyami ryb v Rostovskoj oblasti. *Veterinarija*, 3, 16–18 [In Russian].

16. Pukalo, P. Ya. (2018). Invaziini khvoroby ryb u hospodarstvakh lvivskoi oblasti. *Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Suchasni problemy ratsionalnoho vykorystannia vodnykh bioresursiv»*. Kyiv: Pro Format [In Ukrainian].

17. Pukalo, P. Y., & Shekk, P. V. (2018). Parazytarni khvoroby ryb u stavakh hospodarstv Lvivskoho oblyrbkombinatu. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (83), 141–144. doi: 10.15421/nvlvet8327 [In Ukrainian].

18. Tajguzin, R. Sh., Evgrafova, Z. S., & Kuchapina, L. A. (2015). Veterinarno-sanitarnaja jekspertiza presnovodnoj ryby v norme i pri liguljoze. *Izvestija Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 3 (53), 208–209 [In Russian].

19. Chugunova, Ju. K. (2017). Netipichnaja lokalizacija plerocerkoidov ligula intestinalis v plotve kurejskogo vodohranilishha. *Parazitologija*, 51, 445–447 [In Russian].

20. Shinkarenko, A. N., & Fedotkina, S. N. (2014). Zarazhennost' hishhnyh ryb vodoemov Volgogradskoj oblasti. *Teorija i Praktika Parazitarnyh Boleznj Zhivotnyh*, 15, 351–354 [In Russian].

21. Yuryshynets, V. I., Korniusyn, V. V., & Podobaylo, A. V. (2017). The First Finding of Plerocercoids *Ligula pavlovskii* Dubinina, 1959 (Cestoda, Diphyllbothriidae) in Gobies from the Freshwater Kakhovka Reservoir. *Hydrobiological Journal*, 53 (2), 87–96. doi: 10.1615/hydrobj.v53.i2.90.

22. Jasjuk, V. P. (2001). Digrammoz leshha saratovskogo vodohranilishha. *Samarskaja Luka: Problemy Regional'noj i Global'noj Jekologii*. 11, 311–314 [In Russian].

23. Ahmadiara, E., Hosseini, S. H., Jalousian, F., & Mousavi, H. A. E. (2018). The taxonomic position and phylogenetic relationship between digramma interrupta and *Ligula intestinalis* based on morphological and molecular diagnosis. *Iranian Journal of Parasitology*, 13 (4), 648.

24. Brown, S. P., Loot, G., Grenfell, B. T., & Guégan, J. F. (2001). Host manipulation by *Ligula intestinalis*: accident or adaptation? *Parasitology*, 123 (5), 519–529. doi: 10.1017/s0031182001008678.

25. Crews, A. E., & Yoshino, T. P. (1989). *Schistosoma mansoni*: Effect of infection on reproduction and gonadal growth in *Biomphalaria glabrata*. *Experimental Parasitology*, 68 (3), 326–334. doi: 10.1016/0014-4894(89)90114-8.

26. Hajiostamloo, M. (2008). The occurrence and parasitehost of *Ligula intestinalis* in Sattarkhan Lake (East Azerbaijan-Iran). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7 (3), 221–225.

27. Hoole, D., Carter, V., & Dufour, S. (2010). *Ligula intestinalis* (Cestoda: Pseudophyllidea): an ideal fish-metazoan parasite model? *Parasitology*, 137 (3), 425–438. doi: 10.1017/s0031182010000107.

28. Li, J., & Liao, X. (2003). The taxonomic status of *Digamma* (Pseudophyllidea: Ligulidae) inferred from DNA sequences. *Journal of Parasitology*, 89 (4), 792–799. doi: 10.1645/ge-3078.

29. Rouis, S. O., Rouis, A. O., Dumont, H. J., Magellan, K., & Arab, A. (2016). Dynamics and effects of *Ligula intestinalis* (L.) infection in the native fish *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 in Algeria. *Acta Parasitologica*, 61 (2). doi: 10.1515/ap-2016-0041.

30. Tierney, J. F., & Crompton, D. W. T. (1992). Infectivity of Plerocercoids of *Schistocephalus solidus* (Cestoda: Ligulidae) and Fecundity of the Adults in an Experimental Definitive Host, *Gallus gallus*. *The Journal of Parasitology*, 78 (6), 1049. doi: 10.2307/3283228.

Стаття надійшла до редакції 04.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Щербакова Н. С., Крупа К. П. Узагальнення інформації щодо лігулідозної інвазії риб. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 187–192.

© Щербакова Наталія Сергіївна, Крупа Катерина Петрівна, 2019

IMPROVEMENT OF THE CLASSICAL COPROOVOSCOPIC FLOTATION METHOD BY USING ASH-FREE FILTERS

O. V. Stets,

ORCID ID: [0000-0002-8296-940X](https://orcid.org/0000-0002-8296-940X), E-mail: olya.stets@gmail.com,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

Diagnostics is an important stage in the process of treatment and ensuring epizootic well-being. The faster and more accurate the diagnosis, the higher is the level of providing treatment-preventive measures. At present, many methods of diagnosing infectious and non-infectious diseases have been developed in the world. A considerable number of these methods are connected with studying invasion diseases of productive animals. Now, quite a few methods as to diagnosing parasitic diseases of reptiles with low body weight are described in literature. That is why developing effective and convenient methods of diagnosing parasitic diseases of the indicated species of animals with low body weight are an urgent problem requiring solution. In connection with the above-mentioned, the aim of our research was to improve the classical Fulleborn flotation method for the needs of laboratories in the study of reptiles. The investigations were conducted during 2016–2018 in the laboratory of the Department of Parasitology and Tropical Veterinary Medicine of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. For coprological study, feces samples were taken of panther chameleons (*Furcifer pardalis* Cuvier, 1829). After conducting the experimental part of the work, it was revealed that the improved flotation method using ashless filters was 10 % more effective than the analog method in terms of quality index (the number of positive samples). Studying quality indices of the coproovoscopic diagnostic method effectiveness, it was found that it was highly effective in detecting oxyuris eggs, since it enabled to detect 59.1 % more nematode eggs in comparison with the prototype method (2.2 ± 4.5 egg specimens as compared with 0.9 ± 1.9). The effectiveness index was slightly lower while detecting nematodes of the species *Spinicauda freitasi*. It was found that the proposed method enabled us to identify 54.9 % more eggs as compared with the classical method (18.4 ± 32.4 egg specimens versus 8.3 ± 15.4 specimens). Also, this technique was 35.9 % more effective in detecting pathogen eggs of *Hexameta angustiaecoides* than the classical method. Thus, the improved method enables to identify a number of pathogens of nematodoses in panther chameleons, despite insignificant amount of the studied material.

Key words: ash-free filters, flotation method, panther chameleons.

УДОСКОНАЛЕННЯ КЛАСИЧНОГО КОПРООВОСКОПІЧНОГО СПОСОБУ ФЛОТАЦІЇ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ЗНЕЗОЛЕНИХ ФІЛЬТРІВ

О. В. Стець,

Національний університет біоресурсів та природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

Діагностика є важливим етапом під час процесу лікування та забезпечення епізоотичного благополуччя. Чим швидша і точніша діагностика, тим вищий рівень забезпечення лікувально-профілактичних заходів. На сьогоднішній час у світі розроблено чимало методів діагностики заразних і незаразних хвороб. Серед цих методів значну їх кількість використовують при дослідженнях інвазійних захворювань продуктивних тварин. Нині в літературі описано недостатньо методів щодо діагностики інвазійних хвороб для рептилій з невеликою масою тіла. Тому розробка ефективних

та зручних методів діагностики паразитарних хвороб для вказаного виду тварин з малою масою тіла є актуальною задачею, що потребує розв'язання. Зважаючи на вищенаведене, метою наших досліджень було вдосконалити класичний метод флоатації за Фюллеборном для потреб лабораторій при дослідженні рептилій. Досліди проводили упродовж 2016–2018 рр. на базі лабораторії кафедри паразитології та тропічної ветеринарії НУБіП України. Для копрологічних досліджень відбирали проби фекалій від пантерових хамелеонів (*Furcifer pardalis* Cuvier, 1829). Провівши експериментальну частину роботи, виявили, що вдосконалений нами метод флоатації за допомогою незолених фільтрів виявився на 10 % ефективнішим порівняно з методом аналогом щодо якісного показника (кількості позитивних зразків). Вивчаючи якісні показники ефективності копроовоскопічного методу діагностики, зафіксовано, що він є високоефективним щодо яєць оксиурисів, оскільки дає змогу виявляти на 59,1 % більше яєць нематод порівняно зі способом прототипом ($2,2 \pm 4,5$ екз. яєць проти $0,9 \pm 1,9$ екз. яєць). Деяко нижчий показник ефективності зареєстровано при виявленні яєць нематод виду *Spinicauda freitasi*. Встановлено, що запропонована методика дозволяє виявляти на 54,9 % більше яєць порівняно з класичним способом ($18,4 \pm 32,4$ екз. яєць проти $8,3 \pm 15,4$ екз.). Також ця методика виявилася ефективнішою при виявленні яєць збуднику *Hexameta angustiaecoides* за класичний метод на 35,9 %. Отже, цей спосіб дає змогу виявляти ряд збудників нематодозів у пантерових хамелеонів, незважаючи на незначну кількість досліджуваного матеріалу.

Ключові слова: незолені фільтри, метод флоатації, пантерові хамелеони.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КЛАССИЧЕСКОГО КОПРООВОСКОПИЧЕСКОГО МЕТОДА ФЛОТАЦИИ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЕЗЗОЛЕННЫХ ФИЛЬТРОВ

О. В. Стець

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев Оборона, 15, г. Киев, 03041, Украина,

Диагностика является важным этапом в процессе лечения и обеспечения эпизоотического благополучия. Чем быстрее и точнее диагностика, тем выше уровень обеспечения лечебно-профилактических мероприятий. На сегодняшний день в мире разработано немало методов диагностики заразных и незаразных болезней. Среди этих методов значительное количество приходится на исследования инвазионных заболеваний продуктивных животных. Сейчас в литературе описано довольно мало методов по диагностике инвазионных болезней для рептилий с небольшой массой тела. Таким образом, разработка эффективных и удобных методов диагностики паразитарных болезней для указанного вида животных с малой массой тела является актуальной задачей, требующей решения. В связи с вышеизложенным, целью наших исследований стало совершенствование классического метода флоатации по Фюллеборну для нужд лабораторий при исследовании рептилий. Исследования проводились в течение 2016–2018 гг. на базе лаборатории кафедры паразитологии и тропической ветеринарии НУБіП Украины. Для копрологического исследования был произведён забор проб фекалий пантеровых хамелеонов (*Furcifer pardalis* Cuvier, 1829). В ходе экспериментальной части работы было выявлено, что усовершенствованный нами метод флоатации с помощью беззольных фильтров оказался на 10 % эффективнее метода аналога по качественному показателю (количества положительных образцов). Изучая качественные показатели эффективности копроовоскопического метода диагностики, зафиксировано, что он является высокоэффективным при выявлении яиц оксиурисов, поскольку позволяет обнаруживать на 59,1 % больше яиц нематод по сравнению со способом-прототипом ($2,2 \pm 4,5$ экз. яиц против $0,9 \pm 1,9$ экз. яиц). Несколько ниже показатель эффективности был при обнаружении яиц нематод вида *Spinicauda freitasi*. Установлено, что предлагаемая методика позволяет выявлять на 54,9 % больше яиц по сравнению с классическим способом ($18,4 \pm 32,4$ экз. яиц против $8,3 \pm 15,4$ экз.). Также указанная методика оказалась на 35,9 % более эффективной при обнаружении яиц возбудителя *Hexameta angustiaecoides*. Таким образом, способ позволяет выявлять ряд возбудителей нематодозов у пантеровых хамелеонов, несмотря на незначительное количество исследуемого материала.

Ключевые слова: обеззоленные фильтры, метод флоатации, пантеровые хамелеоны

Вступ

Лікування будь-яких тварин та профілактика хвороб у них, як відомо, починається зі встановлення правильного діагнозу. Для того, щоб цей діагноз був точний і швидкий, важливо постійно вдоскона-

лювати способи та методи діагностики, робити їх сучасними, інноваційними. У процесі дослідження дрібних тварин, зокрема рептилій перед лікарем постає низка питань, пов'язаних з їхніми розмірами та фізіологічними особливостями [2, 8].

Рептилії, як і інші тварини, мають своїх видоспецифічних паразитів [3], серед них найчастіше реєструються представники гельмінтозів, зокрема трематод, цестод, нематод. Водночас рептилії можуть заражатися моногенеозами та пентостомозами [17–19].

Важливим є те, що в рептилій спостерігаються паразити, що є спільними й для інших представників фауни, а також тварин та людини [1, 12]. Зафіксовані випадки зоонозів, зокрема захворювання змій і людини на пентостомоз [13].

Варто відмітити, що останніми роками рептилій активно перевозять по всьому світу як домашніх улюбленців та експонати в зоокуточки та зоопарки. Небезпечним є те, що разом з цими тваринами перевозять і їхніх паразитів – збудників різних хвороб, які можуть завдавати шкоди не лише самим рептиліям, але й їх власникам та місцевій екології [4, 11].

Дослідження, що проводились у Словенії, свідчать про високу зараженість паразитами (трематодози, цестодози, нематодози та збудники протозоозних захворювань) змій з дикої природи, зокрема екстенсивність інвазії становила 47,3 %. У ящірок екстенсивність інвазії становила 76,1 %, а в черепах – 88,5 % [15]. У агами звичайної (*Agama agama*) реєстрували високу зараженість нематодами (*Oxyuridae* gen. spp.), екстенсивність інвазії становила 100 % [14]. У рептилій Київського зоопарку також відмічали зараження нематодами (аскаридами та оксіурісами), зокрема у бородатих агам (*Pogona barbata*) екстенсивність інвазії становила 53,6 % [6, 7].

За результатами окремих дослідників зажиттєва діагностика паразитарних захворювань рептилій щонайбільше проводиться копрологічними методами. Класичними вважаються методи нативного мазка, седиментації та флотації. Кожен з цих методів має свої позитивні й негативні моменти. Однак найкращі результати спостерігають все ж таки у разі застосування комбінованих методів діагностики, для впровадження яких нерідко в лабораторних умовах використовують центрифугу [10, 20].

За умови проведення копрологічного дослідження рептилій спеціалісти наштовхуються на проблему недостатньої кількості дослідного матеріалу, що є фізіологічною особливістю цього виду тварин. У таких випадках використовують методи дослідження, що передбачають концентрацію яєць паразитів [9, 16].

Зважаючи на вищенаведене, *мета* роботи полягала в удосконаленні класичного методу флотації шляхом внесення змін до основної методики та виявленні переваг створеного способу досліджень. У *завданні* досліджень входило: встановити кількість розчину, яку необхідно пропустити через знезолений фільтр; визначити, яку частину знезоленого фільтру досліджувати після фільтрації; встановити вплив стрічки фільтра на зміни якісних і кількісних показників.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили упродовж 2016–2018 рр. на базі лабораторії кафедри паразитології та тропічної ветеринарії факультету ветеринарної медицини НУБіП України. Для копрологічних досліджень відбирали проби фекалій від пантерових хамелеонів (*Furcifer pardalis* Cuvier, 1829), які утримувалися у природничому центрі «Біон» м. Києва.

Відбір проб фекалій, транспортування та копрологічні дослідження проводилися згідно із загальноприйнятою методикою [5].

Удосконалення способу здійснювали шляхом внесення змін до основної методики флотації за Фюллеборна, яку було обрано як прототип [5], а саме: після відстоювання відбирали 3 мл дослідної рідини за допомогою шприца без голки або піпетки, та фільтрували через обеззолений фільтр; після завершення фільтрації вирізали трикутний шматочок, переміщали на предметне скло, додавали 0,9 % стерильний розчин однохлористого натрію (або дистильовану воду) та досліджували під мікроскопом.

Для проведення досліджень було сформовано 22 дослідні групи по 10 проб фекалій від пантерових хамелеонів (*F. pardalis*) у кожній. Для завершального етапу досліджень, під час якого порівнювали класичний метод з удосконаленим, відбирали проби фекалій від 20 хамелеонів, кожну пробу ділили навпіл та досліджували різними методами.

Дослідження щодо удосконалення методу флотації за допомогою знезолених фільтрів проводили у три етапи. Під час яких визначали:

- 1) кількість розчину, яку необхідно пропустити через знезолений фільтр;
- 2) яку частину знезоленого фільтра досліджувати після фільтрації;

3) вплив стрічки фільтра на зміни якісних і кількісних показників.

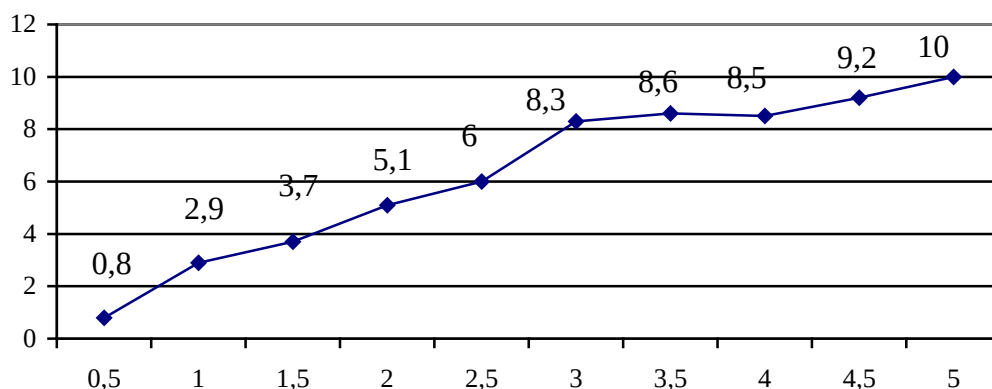
Завершальний етап досліджень полягав у проведенні порівняльних досліджень класичного та удосконаленого методу з визначенням їхньої ефективності щодо якісного та кількісного показників.

Всього досліджено 76 пантерових хамелеонів (*F. pardalis*) та 240 проб фекалій. Виявляли яйця аскарид *Spinicauda freitasi* Olfers, 1919 та *Hexameta angustiaeoides* Chabaud & Brygoo, 1960 та оксіурів *Pharyngodonidae* gen. sp. Ідентифікація яєць гельмінтів проводилася за допомогою визначників Васильєва Д. Б. (2016), Стоянова Л. А. (2018) та Jacobson (2007) та [4, 8, 12].

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили шляхом визначення середнього арифметичного (M) та його похибки (m) за допомогою комп'ютерного додатку Microsoft Excel 1997–2010 (Microsoft Corp. USA).

Результати досліджень та їх обговорення

На *першому етапі* проводили дослідження щодо визначення оптимального об'єму фекальної суспензії, який необхідно використовувати для фільтрації через знезолений фільтр (рис. 1).

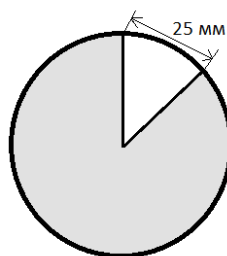


1. Кількість яєць гельмінтів у різних кількостях досліджуваної суспензії

Встановлено, що у проміжках між 0,5 і 3 мл зі збільшенням об'єму дослідної суспензії різко збільшується і кількість яєць, зафіксованих на знезоленому фільтрі. При фільтрації більше ніж 3 мл дослідної суспензії кількість зафіксованих яєць значно не змінюється.

Таким чином відмічали, що для дослідження методом флотації за використання знезоленого фільтра найоптимальнішою кількістю дослідної суспензії є 3 мл зібраної шприцом без голки з поверхні дослідної рідини, яку фільтрували через знезолений фільтр.

На *другому етапі* досліджень визначали, яку саме частину фільтру потрібно розглядати під мікроскопом. Для цього з круглого фільтра вирізали трикутний шматок так, щоб там був його центр і краї, а найширша частина була 25 мм (рис. 2), оскільки це максимальна ширина предметного скельця.



2. Частина знезоленого фільтру для досліджень під мікроскопом

Цей шматок клали на предметне скло, додавали 0,9 % стерильний розчин однохлористого натрію (або дистильовану воду) та досліджували під мікроскопом. Відмічали, що яйця нематод відносно рівномірно розташовувалися по поверхні фільтра. Тому для досліджень важливо розглядати під мікроскопом саме трикутний шматок фільтра, оскільки весь знезолений фільтр не поміщається на предметне скло. Результати досліджень наведено в таблиці 1.

1. Кількість яєць гельмінтів у різних частинах фільтра, ($M \pm m$, $n=10$)

№ дослідних груп п/п	Відстань від центру до периферії, мм	Кількість яєць нематод, екз.
1	0–10	1,5±1,1
2	11–20	1,7±1
3	21–30	2,2±1,2
4	31–40	1,9±1,1
5	41–50	2,4±1,6
6	51–60	2,5±1,9
7	61–70	2,3±1,5
8	71–80	1,6±1,1
9	81–90	1,7±1

З проведених досліджень випливає, що яйця гельмінтів відносно рівномірно розташувались по верхній фільтра. Спостерігаємо, що в середині та по краях фільтра кількість яєць гельмінтів дещо менша. Можна зробити висновки, що для дослідження необхідно дивитися під мікроскопом трикутний шматочок фільтра, адже взятий шматочок знезоленого фільтра лише з центру чи периферії не дасть достатньо достовірних даних.

На *третьому етапі* досліджень визначали вплив знезолених фільтрів із різним кольором стрічки (синя, червона, біла) на кількісні і якісні показники удосконаленого методу дослідження. Для цього від кожної дослідної групи пантерових хамелеонів досліджували проби фекалій, фільтруючи через знезолені фільтри з різними стрічками.

Дослідження свідчать, що незважаючи на різні кольори стрічок використовуваних в експерименті фільтрів, суттєвої різниці в кількісних та якісних показниках виявлення яєць гельмінтів зафіксовано не було. Використання фільтра з синьою стрічкою дало змогу виявити 10,8±3,5 яєць нематод, а червоної та білої – 11,3±2,9 та 11,5±2,9 яєць нематод відповідно. Разом з тим, встановлено, що колір стрічки впливає лише на швидкість фільтрації дослідної рідини, зокрема синя показує низьку швидкість, червона – середню, а біла – високу швидкість фільтрації.

Після удосконалення методу флотації проведено порівняльне дослідження нового методу з класичним методом флотації за Фюллеборном. Застосовуючи класичний метод, виявляли яйця нематод у 70 %. Кращий показник отримано в разі використання удосконаленої методики дослідження, в результаті якої кількість позитивних зразків збільшувалася до 80 %. Водночас використання запропонованого методу досліджень також є ефективним при визначенні кількості виявлених яєць нематод (табл. 2).

2. Порівняльна ефективність класичного та удосконаленого методів копроовоскопічної діагностики досліджень, ($M \pm m$, $n=20$)

Інвазійні елементи збудника	Класичний метод флотації за Фюллебоном, кількість яєць	Удосконалений метод, кількість яєць
<i>Spinicauda freitasi</i>	8,2±15,4	18,4±32,4
<i>Hexameta angustiaecoides</i>	2,5±5,7	3,9±7,5
<i>Pharyngodonidae</i> gen. sp.	0,9±1,9	2,2±4,5

Яйця нематоди *S. freitasi* при дослідженні класичним методом виявляли у 12 пробах (60 %). Їхня кількість у середньому становила 8,3±15,4 екз., у разі використання вдосконаленого методу яйця вищенаведеного збудника реєстрували у 14 пробах (70 %), за середньої кількості 18,4±32,4 екз.

Вивчаючи ефективність способів діагностики щодо яєць нематоди виду *H. angustiaecoides* встановлено, що класичний метод дозволяв виявити яйця у 9 пробах (45 %), при середній кількості 2,5±5,7 екз. яєць у досліджуваному зразку. Разом з тим удосконалений метод дав змогу виявити яйця збудників аскаридозу у 12 пробах (60 %), при середній кількості 3,9±7,5 екз. яєць нематод.

Водночас за умови використання класичного методу кількість позитивних проб з яйцями оксиурисів *Pharyngodonidae* gen. sp. склала 8 зразків (40 %), за середньої кількості яєць 0,9±1,9 екз. Використання вдосконаленої методики покращувало показники ефективності. Цей спосіб сприяв виявленню більшого числа позитивних зразків – 10 проб (50 %) та більшу кількість інвазійних елементів, в середньому 2,2±4,5 екз. яєць нематод.

Отже, удосконалений метод діагностики за кількістю позитивних проб ефективніший на 10 % порівняно з класичним методом. Також за допомогою удосконаленого методу виявляється збільшена кількість яєць гельмінтів у досліджуваному матеріалі від тварин. Яйця аскарид *S. freitasi* за допомогою удосконаленого методу виявляли на 54,9 % більше порівняно з класичним методом флотації. Яйця *H. angustiaecoides* виявляли на 35,9 % більше під час дослідження проб фекалій удосконаленим методом. А оксіуриси *Pharyngodonidae* gen. sp. за допомогою удосконаленого методу фіксували на 59,1 % більше.

Отримані дані підтверджують ефективність методу флотації з застосуванням знезолених фільтрів порівняно з класичним методом флотації за Фюллеборном. Також варто зазначити, що вперше в Україні запропонований альтернативний метод виявлення концентрації яєць гельмінтів за допомогою знезоленого фільтра замість класичного центрифугування. Адже на знезоленому фільтрі концентрується більше яєць, ніж в п'яти краплях при класичному методі флотації за Фюллеборном.

Васильєв Д. Б. (2016) та Стоянов Л. А. (2018) пропонують використовувати класичні копрологічні методи для дослідження фекалій рептилій. Для своїх досліджень вони обирають метод нативного мазка, флотації та седиментації. Проте це дослідження показало свою ефективність порівняно з класичним методом флотації [4, 8].

Висновки

Класичний метод флотації за Фюллеборном виявляв яйця гельмінтів у 70 %. Удосконаленим методом виявляли яйця гельмінтів у 80 %. Результати випробувань свідчать, що удосконалений спосіб виявився ефективнішим порівняно із класичним методом флотації за Фюллеборном на 10 %. Під час використання удосконаленого методу покращуються не тільки якісні, але й кількісні показники. Використовуючи класичний метод, виявляли в середньому $8,3 \pm 15,4$ яєць *S. freitasi*, а при вдосконаленому – $18,4 \pm 32,4$. Яйця *H. angustiaecoides* за умови класичного методу виявляли в середньому $2,5 \pm 5,7$, а при вдосконаленому – $3,9 \pm 7,5$. Ефективнішим метод є і при діагностиці оксіурисів, адже за класичного методу виявляли в середньому $0,9 \pm 1,9$ яєць гельмінтів, а при вдосконаленому – $2,2 \pm 4,5$. У середньому удосконалений метод виявляє на 49,9 % більше яєць нематод порівняно з класичним методом флотації за Фюллеборном.

Перспективи подальших досліджень. Наступним кроком у цьому напрямі буде визначення ефективності різних фільтрів при копрологічних дослідженнях.

References

1. Andrushko, L. M., & Markov, G. S. (1956). Gelmintofauna iashcheritc pustyn Srednei Azii i ee ekologicheskie osobennosti. *Vestnik LGU*, 21, 4, 61–71 [In Russian].
2. Bessonov, A. S. (2002). Problemy i perspektivy razvitiia veterinarnoi parazitologii. *Veterinariia*, 5, 27–30 [In Russian].
3. Bogdanov, O. P., Markov, G. S., & Fedorov, M. (1957). Sistematicheskii obzor chervei, parazitiruiushchikh u agamovykh, veretenetcevykh, stinkovykh i nekotorykh drugikh sredneaziatskikh iashcheritc. *Izv. AN Ruz, Ser. Biol. Nauk*, 2, 65–71 [In Russian].
4. Vasilev, D. B. (2016). *Veterinary Herpetology: Lizards*. Moskva: Proekt-F [In Russian].
5. Kotelnikov, G. A. (1983). *Gelmintologicheskie issledovaniia zhivotnykh i okruzhaiushchei sredy*. Moskva : Kolos [In Russian].
6. Semenko, O. V., & Dashchenko, S. O. (2017). Kyshkovi helmintozy reptylii Kyivskoho zooparku (poshyrennia ta zakhody borotby). *Naukovyi visnyk NUBIP*, 273, 286–291 [In Ukrainian].
7. Semenko, O. V., & Dashchenko, S. O. (2015). Poshyrennia helmintoziv sered reptylii ekspozytsii «Ostriv zviriv» Kyivskoho zooparku. *Instytut zoolohii im. I. I. Shmalhauzena: tezy dopovidei*. Kiev [In Ukrainian].
8. Stoianov, L. A., & Stoianova, V. Yu. (2018). *Parazitologiiia reptilii*. Dnepr: Seredniak T. K. [In Russian].
9. Tretiakov, A. M. (2006). *Laboratornaia diagnostika parazitarnykh zabolevanii zhivotnykh*. Ulan-Ude [In Russian].
10. Yarofke, D., & Lande, Yu. (2005). *Reptilii. Bolezni i lechenie*. Moskva: OOO «Akvarium-Print» [In Russian].
11. Adamson, M. L. (1981). Parapharyngodon osteopili n.sp. (Pharyngodonidae: Oxyuroidea) and a revision of Parapharyngodon and Thelandros. *Systematic Parasitology*, 105–117. doi: 10.1007/978-94-015-3263-1_15.

12. Jacobson, E. (2007). *Parasites and parasitic diseases of reptiles. Infectious diseases and pathology of reptiles*, 571–665. doi: 10.1201/9781420004038.ch12.
13. Gałęcki, R., Sokół, R., & Dudek, A. (2017). Tongue worm (Pentastomida) infection in ball pythons (*Python regius*) – a case report. *Annals of Parasitology*, 4, 363–365. doi: 10.17420/ap6204.76.
14. Sowemimo, O. A., & Oluwafemi, T. A. (2017). A Survey of Helminth Parasites of the Lizard, *Agama agama* in Ile-Ife and Ibadan Southwest Nigeria. *Journal of Bacteriology & Parasitology*, 08 (01). doi: 10.4172/2155-9597.1000303.
15. Rataj, A., Lindtner-Knific, R., Vlahović, K., Mavri, U., & Dovč, A. (2011). Parasites in pet reptiles. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 53 (1), 33. doi: 10.1186/1751-0147-53-33.
16. Wolf, D., Vrhovec, M. G., Failing, K., Rossier, C., Hermosilla, C., & Pantchev, N. (2014). Diagnosis of gastrointestinal parasites in reptiles: comparison of two coprological methods. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 56 (1). doi: 10.1186/s13028-014-0044-4.
17. Cable, R. M., & Yamaguti, S. (1973). Synopsis of Digenetic Trematodes of Vertebrates. *The Journal of Parasitology*, 59 (6), 1130. doi: 10.2307/3278652.
18. Yamaguti, S. (1935). Studies on the helminth fauna of Japan. Part II. Reptilian nematodes. *Japanese Journal of Zoology*, 6, 393–402.
19. Yamaguti, S. (1961). *Systema Helminthum. Vol. 3. The nematodes of vertebrates*. New York: Interscience Publishers.
20. Zajak, A. M., Conboy, G. A. (2012). *Fecal Examination for the Diagnosis of Parasitism. In Veterinary Clinical Parasitology. 8th edition*. Chichester: Wiley-Blackwell.

Стаття надійшла до редакції 05.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Стець О. В. Удосконалення класичного копроовоскопічного способу флотації шляхом використання знезолених фільтрів. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 193–199.

© Стець Ольга Вікторівна, 2019



original article | UDC 638.15:595.42.2(477.53) | doi: 10.31210/visnyk2019.03.27

DISTRIBUTION AND PECULIARITIES OF DOG TRICHURIASIS COURSE ON THE TERRITORY OF THE TOWN OF POLTAVA

Ye. O. Borodai,

ORCID ID [0000-0002-4278-5286](https://orcid.org/0000-0002-4278-5286), E-mail: butterfly91zhenya@gmail.com,

V. P. Godyna,

E-mail: victor.godyna99@gmail.com,

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

Today, dog breeding is of great importance worldwide in various sectors of the economy. The need in developing utility, hunting, sports, and decorative dog breeding is growing as these animals are indispensable human assistants. Helminthic diseases, caused by a large group of parasitic organisms belonging to the Nematoda type, are extremely dangerous for carnivorous animals. Researchers point out to the considerable spreading of the digestive tract nematodes among the population of the domestic dog (*Canis lupus familiaris*); trichuriasis occupies one of the leading places among such diseases. The research was conducted in the Laboratory of the Department of parasitology and veterinary-sanitary expert examination of Poltava State Agrarian Academy. The purpose of the study was to investigate the distribution and peculiarities of dog trichuriasis in Poltava. According to the results of coproscopic examination of dogs, it was found that the average prevalence of the trichuriasis invasion in the town of Poltava was 25.93 %. The invasiveness indices of animals with *Trichuris vulpis* depended on their age. Young dogs aged from 6 to 12 months were the most affected – the prevalence of infection reached 39.02 %. Subsequently, with the aging of dogs, the prevalence gradually decreased to 14.29 % – in dogs older than 6 years. Puppies under the age of 6 months were the least infested with trichuriasis pathogen, the prevalence of infection in this case was only 8.57 %. The peculiarities of the breed susceptibility of dogs to the pathogen of trichuriasis were characterized by the highest indices of infection prevalence in dogs of the French bulldog (72.73 %) and Pekingese breeds (40.00 %). Less frequently, trichuriasis was diagnosed in Labrador-Retriever dogs, poodles, and Central Asian shepherd dogs. The infection prevalence indices ranged from 12.50 to 16.67 %. It has been found that trichuriasis occurs in the form of mono-invasion in 53.57 % of cases and in 46.43 % – in the form of mixed invasions. Three species of nematodes parasitizing in the intestines of dogs were the associates of mixed invasions. Two-component mixed invasions were represented by *T. vulpis* and *Uncinaria stenocephala* (38.47 %), *T. vulpis* and *Toxascaris leonina* (30.77 %), *T. vulpis* and *Toxocara canis* (15.38 %). Three-component mixed invasion was revealed in 15.38 % of the diseased dogs and it was represented by *T. vulpis*, *U. stenocephala*, and *T. leonina*. Most often, trichuriasis was registered in association with uncinariosis (53.85 %) and toxascariasis (46.15 %). The association of trichurises and toxocares (15.38 %) was less frequently diagnosed.

Keywords: trichuriasis, dogs, spreading, peculiarities of the course, age and breed susceptibility.

ПОШИРЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕБІГУ ТРИХУРОЗУ СОБАК НА ТЕРИТОРІЇ МІСТА ПОЛТАВА

Є. О. Бородай, В. П. Година,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Нині собаківництво набуло важливого значення в усьому світі в різних галузях народного господарства. Потреби в розвитку службового, мисливського, спортивного та декоративного собаківництва зростають, оскільки ці тварини є незамінними помічниками людини. Надзвичайно небезпечни-

ми для м'ясоїдних тварин є гельмінтозні захворювання, збудниками яких є чимала група паразитичних організмів, що належать до типу *Nematoda*. Дослідники зазначають про значне поширення серед популяції домашньої собаки (*Canis lupus familiaris*) нематодозів травного каналу, серед яких особливої уваги набуває трихуроз. Дослідження виконували на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. Метою роботи було дослідити поширення та особливості перебігу трихурозу собак на території міста Полтава. За результатами копроскопічних досліджень собак встановлено, що середня екстенсивність трихурозної інвазії в місті Полтаві становила 25,93 %. Показники інвазованості тварин *Trichuris vulpis* залежали від їхнього віку. Найбільш ураженими виявилися молоді собаки віком від 6 до 12 місяців, екстенсивність інвазії сягала 39,02 %. Надалі зі збільшенням віку собак показники екстенсивності інвазії поступово знижувалися до 14,29 % – у собак старших 6 років. Найменш інвазованими збудником трихурозу виявилися цуценята віком до 6 місяців, екстенсивність інвазії становила лише 8,57 %. Особливості породної сприйнятливості собак до збудника трихурозу мали найбільші показники екстенсивності інвазії в собак порід французький бульдог (72,73 %) та пекінес (40,00 %). Рідше трихуроз діагностували в собак порід лабрадор-ретривер, пудель та середньоазіатська вівчарка. Показники екстенсивності інвазії коливалися в межах від 12,50 до 16,67 %. З'ясовано, що трихуроз розвивається у 53,57 % випадків як моноінвазія, а в 46,43 % – як мікстинвазія. Співчленами останніх були три види нематод, що паразитують у кишковому каналі собак. Двокомпонентні мікстинвазії були представлені *T. vulpis* і *Uncinaria stenocephala* (38,47 %), *T. vulpis* і *Toxascaris leonina* (30,77 %), *T. vulpis* і *Toxocara canis* (15,38 %). Трикомпонентна мікстинвазія виявлена в 15,38 % хворих собак і була представлена *T. vulpis*, *U. stenocephala* і *T. leonina*. Найчастіше трихуроз реєстрували в асоціації з унцинаріозом (53,85 %) та токскаррозом (46,15 %). Рідше діагностували асоціацію трихурисів та токсокар (15,38 %).

Ключові слова: трихуроз, собаки, поширення, особливості перебігу, вікова та породна сприйнятливість.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ТРИХУРОЗА СОБАК НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ПОЛТАВА

Е. А. Бородай, В. П. Годына,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Представлены результаты изучения распространения и особенностей течения трихуроза собак на территории города Полтавы. Установлено, что средняя экстенсивность инвазии собак *Trichuris vulpis* составляет 25,93 %. Наиболее пораженными оказались молодые собаки с 6 до 12 месяцев, экстенсивность инвазии достигала 39,02 %. В дальнейшем с возрастом собак, показатели инвазированности постепенно снижались до 14,29 % – у собак старше 6 лет. Особенности породной восприимчивости собак к возбудителю трихуроза характеризовались наибольшими показателями экстенсивности инвазии у французских бульдогов (72,73 %) и пекинесов (40,00 %). Выявлено, что трихуроз протекает как в виде моноинвазии, так и в виде микстинвазий, компонентами которых были *Uncinaria stenocephala* (53,85 %), *Toxascaris leonina* (46,15 %) и *Toxocara canis* (15,38 %).

Ключевые слова: трихуроз, собаки, распространение, особенности течения, возрастная и породная восприимчивость.

Вступ

Нині собаківництво набуло важливого значення в усьому світі у різних галузях народного господарства. Потреби в розвитку службового, мисливського, спортивного та декоративного собаківництва зростають, оскільки ці тварини є незамінними помічниками людини [1–3]. Надзвичайно небезпечними для м'ясоїдних тварин є гельмінтозні захворювання, збудниками яких є значна група паразитичних організмів, що відносяться згідно із систематичним положенням до різних типів, таких як *Nematoda*, *Cestoda*, *Trematoda*, *Acanthocephala* [4–6]. Дослідники зазначають про значне поширення серед популяції домашньої собаки (*Canis lupus familiaris*) нематодозів травного каналу, які можуть завдавати значної шкоди собаківництву. Таким захворюванням є трихуроз – гельмінтоз, що характеризується ураженням товстих кишок, розладами травлення, виснаженням тварин, іноді – загибеллю собак. Хоча така інвазія здебільшого перебігає хронічно і клінічно може не проявлятися, однак пара-

зити призводять до зниження загальної резистентності організму тварин, а також можуть підвищувати сприйнятливність організму до інших негативних чинників [7–10].

Trichuris vulpis, згідно з моніторинговими дослідженнями багатьох науковців, значно поширений паразит серед собак різних порід та вікових груп залежно від умов їхнього утримання на території багатьох країн світу [11, 12]. Рівень зараженості домашніх собак збудником трихуридозу на території США, Бельгії, Голландії, Італії та Бразилії коливався в межах від 15 до 43 % [9, 13–15]. За даними авторів, екстенсивність трихуридної інвазії собак у Греції, Аргентині та Франції становила 10–30 % [8, 16, 17]. Водночас інвазованість собак *T. vulpis* у Великобританії та Греції була низькою і не перевищувала 3 % [18, 19]. Таку різницю в показниках зараженості собак науковці пояснюють тим, що в тих регіонах, де велика кількість безпритульних тварин, виявлено і високий відсоток хворих на трихуридоз собак. Останні є основним джерелом інвазії, які забруднюють навколишнє середовище яйцями збудника [20, 21].

Зважаючи на вищенаведене, метою нашої роботи було дослідити поширення та особливості перебігу трихуридозу собак на території міста Полтави. Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі: встановити показники інвазованості собак різних вікових груп та порід *Trichuris vulpis*, дослідити особливості перебігу трихуридозу в цих тварин.

Матеріали і методи досліджень

Робота виконана впродовж 2018–2019 рр. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. Вивчення поширення та особливостей перебігу трихуридозу собак на території міста Полтави проводили за результатами копроскопічних досліджень тварин. Експериментальна частина роботи проводилася, спираючись на «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах», схвалених на Національному конгресі з біоетики (Київ, 2001), дотримуючись міжнародних вимог Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986).

Усього досліджено 108 собак різних вікових груп (до 6 міс., 6–12 міс., 1–3 р., 3–6 р. та старші 6 р.) і порід (німецька вівчарка, середньоазіатська вівчарка, боксер, курцхаар, лабрадор-ретривер, пудель, французький бульдог, пекінес, мопс, йоркширський тер'єр), а також безпородних собак. При паразитологічному обстеженні тварин визначали показник їхнього ураження збудниками гельмінтозів – екстенсивність інвазії (EI, %). Гельмінтоооскопію проб фекалій проводили за методом Котельникова-Хренова [22]. Визначення видової належності яєць гельмінтів проводили за допомогою атласу диференціальної діагностики гельмінтозів тварин [23].

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами копроскопічних досліджень собак встановлено, що середня екстенсивність трихуридної інвазії на території міста Полтави становила 25,93 %. Причому виявлено, що показники інвазованості собак *Trichuris vulpis* залежать від їхнього віку. Найбільш ураженими виявилися молоді собаки віком від 6 до 12 місяців, EI сягала 39,02 % (рис. 1).

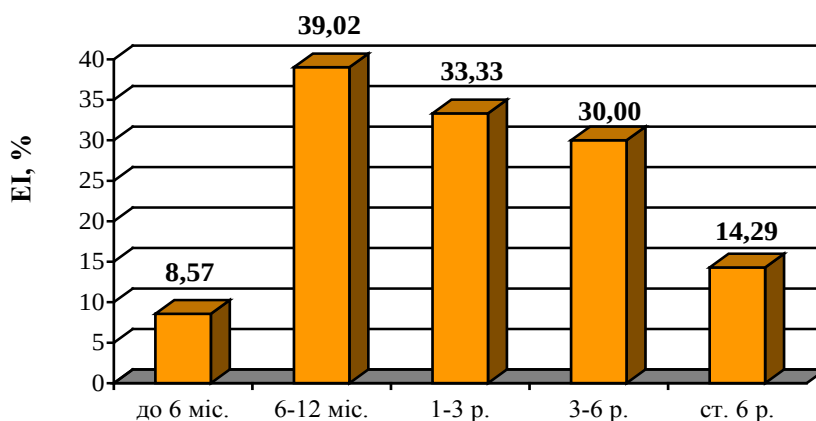


Рис. 1. Вікова динаміка за наявності трихуридозу в собак

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Надалі з віком собак показники екстенсивності інвазії поступово знижувалися і становили: від 1 до 3 років – 33,33 %, від 3 до 6 років – 30,00 %, старших 6 років – 14,29 %. Найменш інвазованими збудником трихуридозу виявилися цуценята віком до 6 місяців, EI становила лише 8,57 %.

При вивченні породної сприйнятливості тварин до збудника трихуридозу найбільш інвазованими виявилися собаки порід французький бульдог (EI – 72,73 %) та пекінес (EI – 40,00 %) (табл.).

Сприйнятливість собак різних порід до збудника трихуридозу

Породи	Досліджено, (гол.)	Інвазовано, (гол.)	EI, %
Німецька вівчарка	23	5	21,74
Середньоазіатська вівчарка	8	1	12,50
Боксер	3	–	–
Курцхаар	2	–	–
Лабрадор-ретривер	12	2	16,67
Пудель	7	1	14,29
Французький бульдог	11	8	72,73
Пекінес	5	2	40,00
Мопс	7	2	28,57
Йоркширський тер'єр	2	–	–
Безпородні	28	7	25,00

Менш інвазованими були собаки порід мопс (EI – 28,57 %), німецька вівчарка (EI – 21,74 %) та безпородні собаки (EI – 25,00 %). Рідше трихуридоз діагностували в собак порід лабрадор-ретривер (EI – 16,67 %), пудель (EI – 14,29 %) та середньоазіатська вівчарка (EI – 12,50 %). У собак порід боксер, курцхаар та йоркширський тер'єр трихуридоз за копроскопічними дослідженнями не виявлено, що, на нашу думку, пов'язане із невеликою кількістю обстежених тварин, а також проведенням профілактичної дегельмінтизації в досліджених собак.

Водночас з'ясовано, що трихуридоз розвивається як моноінвазія (у 53,57 % хворих тварин), так і мікстинвазія (46,43 %) (рис. 2).

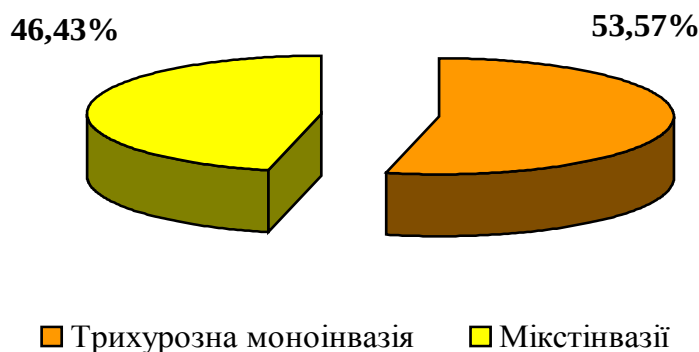


Рис. 2. Відсоткове співвідношення форм перебігу трихуридозу собак

З мікстинвазій виявили три види двокомпонентних та одну трикомпонентну, співчленами яких були нематоди, що паразитують у кишковому каналі собак. З двокомпонентних інвазій реєстрували одночасне паразитування трихурисів і унцинарій (38,47 %), трихурисів і токсамісидів (30,77 %), трихурисів і токсокар (15,38 %). Трикомпонентна мікстинвазія складалася зі збудників трихуридозу, унцинаріозу і токсамісарозу (15,38 %) (рис. 3).

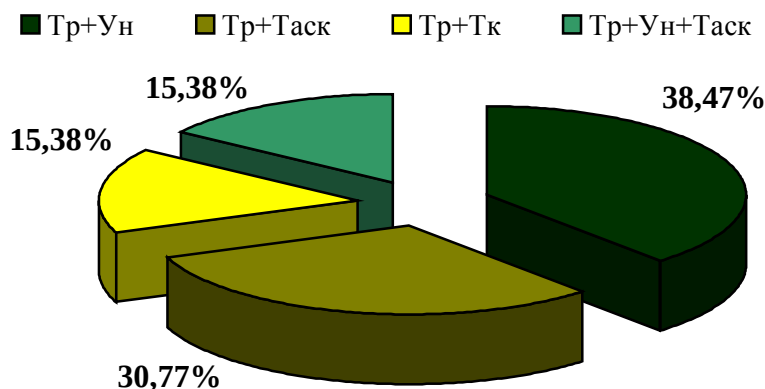


Рис. 3. Відсоткове співвідношення різних форм мікстинвазій собак:
Тр – трихуроз, *Таск* – токсаскароз, *Тк* – токсокароз

Найчастіше трихуроз реєстрували в асоціації з унцинаріозом (53,85 %) та токсаскарозом (46,15 %). Рідше діагностували асоціацію трихурисів та токсокар – 15,38 % від хворих на трихуроз собак.

Отже, в результаті проведених досліджень виявлено, що трихуроз є поширеною нематодозною інвазією собак на території міста Полтави, показники інвазованості яких залежать від їхнього віку та породи. Про високу інвазованість домашніх собак *T. vulpis* у різних регіонах України вказують й інші дослідники, які встановили показники екстенсивності інвазії на рівні 38,38–39,1 % [24–26]. Також отримані нами дані щодо найбільшої сприйнятливості молодяку собак віком від 6 до 12 місяців до збудника трихурозу частково збігаються з результатами досліджень окремих науковців, які зазначають, що в одних випадках максимальна ЕІ спостерігається в цуценят віком 1–6 міс. (93,7 %), в інших – найбільш інвазованими виявилися тварини 1-річного віку (47 %) [27, 28].

Висновки

Результати проведених досліджень свідчать, що екстенсивність інвазії собак, хворих на трихуроз, у місті Полтаві становить 25,93 %. Одночасно виявлено, що це захворювання розвивається як моноінвазія – 53,57 %, так й у складі мікстинвазій – 46,43 %. Співчленами трихурисів є унцинарії (53,85 %), токсаскари (46,15 %) та токсокари (15,38 %). Показники інвазованості собак збудником трихурозу залежать від їхнього віку. Високий ступінь інвазованості собак *Trichuris vulpis* спостерігали в молодих собак віком від 6 до 12 місяців, екстенсивність інвазії сягає 58,3 %. Трихуроз найчастіше діагностували в собак порід французький бульдог та пекінес, екстенсивність інвазії коливається в межах від 40,00 до 72,73 %.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується вивчити лікувальну ефективність сучасних хімічних засобів за наявності трихурозу в собак.

References

1. Wilson, B., Serpell, J., Herzog, H. & McGreevy, P. (2018). Prevailing Clusters of Canine Behavioural Traits in Historical US Demand for Dog Breeds (1926–2005). *Animals*, 8 (11), E197. doi: 10.3390/ani8110197.
2. McGreevy, P. D. & Bennett, P. C. (2010). Challenges and paradoxes in the companion-animal niche – Darwinian selection, selective breeding and the welfare of animals. *Animal Welfare*, 19, 11–16.
3. Herzog, H. A., Bentley, R. A. & Hahn, M. W. (2004). Random drift and large shifts in popularity of dog breeds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271, 353–356. doi: 10.1098/rsbl.2004.0185.
4. Moskvina, T. V. & Ermolenko, A. V. (2016). Helminth infections in domestic dogs from Russia. *Veterinary World*, 9 (11), 1248–1258. doi: 10.14202/vetworld.2016.1248-1258.
5. Raza, A., Rand, J., Qamar, A. G., Jabbar, A. & Kopp S. (2018). Gastrointestinal Parasites in Shelter Dogs: Occurrence, Pathology, Treatment and Risk to Shelter Workers. *Animals*, 8 (7), E108. doi: 10.3390/ani8070108.
6. Abdi, J., Asadolahi, K., Maleki, M. H. & Hafez, A. A. (2013). Prevalence of helminthes infection of

stray dogs in Ilam province. *Journal of Paramedical Sciences*, 4 (2), 47–50.

7. Barutzki, D. & Schaper, R. (2003). Endoparasites in dogs and cats in Germany 1999–2002. *Parasitology Research*, 90 (3), 148–150. doi: 10.1007/s00436-003-0922-6.

8. Fontanarrosa, M. F., Vezzani, D., Basabe, J. & Eiras, D. F. (2006). An epidemiological study of gastrointestinal parasites of dogs from Southern Greater Buenos Aires (Argentina): age, gender, breed, mixed infections, and seasonal and spatial patterns. *Veterinary Parasitology*, 136, 283–295. doi: 10.1016/j.vetpar.2005.11.012.

9. Vanparijs, O., Hermans, L. & van der Flaes, L. (1991). Helminth and protozoan parasites in dogs and cats in Belgium. *Veterinary Parasitology*, 38, 67–73. doi: 10.1016/0304-4017(91)90010-S.

10. Sager, H., Moret, Ch. S., Grimm, F., Deplazes, P., Doherr, M. G. & Gottstein, B. (2006). Coprological study on intestinal helminths in Swiss dogs: temporal aspects of anthelmintic treatment. *Parasitology Research*, 98, 333–338. doi: 10.1007/s00436-005-0093-8.

11. Ugbomoiko, U. S., Ariza, L. & Heukelbach, J. (2008). Parasites of importance for human health in Nigerian dogs: high prevalence and limited knowledge of pet owners. *BMC Veterinary Research*, 4, 49. doi: 10.1186/1746-6148-4-49.

12. Traversa, D. (2011). Are we paying too much attention to cardio-pulmonary nematodes and neglecting old-fashioned worms like *Trichuris vulpis*? *Parasites & Vectors*, 4, 32. doi: 10.1186/1756-3305-4-32.

13. Overgaauw, P. A. & Boersema, J. H. (1998). Nematode infections in dog breeding kennels in The Netherlands, with special reference to *Toxocara*. *Veterinary Quarterly*, 20, 12–15.

14. Ramos, D. G. de S., Zocco, B. K. A., Torres, M. de M., Hsis, A. B., Pacheco, R. de C. & Sinkoc, A. L. (2015). Helminths parasites of stray dogs (*Canis lupus familiaris*) from Cuiabá, Midwestern of Brazil. *Semina Ciencias Agrarias*, 36 (2), 889–894. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n2p889.

15. Perrucci, S., Glorioso, A. & Tarantino, C. (2001). Parassitosi nei canili e nei gattili. *Obiettivi e Documenti Veterinari*, 22, 37–40.

16. Franc, M., Cadiergues, M. C., Marchand, A., Bourdoiseau, G. & Bussieras, J. (1997). Intestinal parasitism in dogs and cats. Results of an epidemiological survey in France. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 148, 247–250.

17. Papazahariadou, M., Founta, A., Papadopoulos, E., Chliounakis, S., Antoniadou-Sotiriadou, K. & Theodorides, Y. (2007). Gastrointestinal parasites of shepherd and hunting dogs in the Serres Prefecture, Northern Greece. *Veterinary Parasitology*, 148, 170–173. doi: 10.1016/j.vetpar.2007.05.013.

18. Turner, T. & Pegg, E. (1977). A survey of patent nematode infestations in dogs. *Veterinary Research*, 100, 284–285. doi: 10.1136/vr.100.14.284.

19. Haralabidis, S. T., Papazachariadou, M. G., Koutinas, H. F. & Rallis, T. S. (1998). A survey on the prevalence of gastrointestinal parasites of dogs in the area of Thessaloniki, Greece. *Journal of Helminthology*, 62, 45–49. doi: 10.1017/S0022149X00011196.

20. Kornaś, S., Nowosad, B. & Skalska, M. (2002). The evaluation of *Trichuris vulpis* infection of stray dogs in Kraków area. *Wiadomości parazytologiczne*, 48, 401–406.

21. Blazius, R. D., Emerick, S., Prophiro, J. S., Romão, P. R. & Silva, O. S. (2005). Occurrence of protozoa and helminthes in faecal samples of stray dogs from Itapema City, Santa Catarina. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 38, 73–74. doi: 10.1590/S0037-86822005000100018.

22. Kotelnikov, G. A. (1983). *Gel'mintologicheskie issledovaniya zhivotnyh i okruzhajushhej sredy*. Moskva [In Russian].

23. Cherepanov, A. A., Moskvina, A. S., Kotelnikov, G. A. & Hrenov, V. M. (1999). *Differencial'naja diagnostika gel'mintozov po morfologicheskoy strukture jaic i lichinok vozbuditelej*. Moskva [In Russian].

24. 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.

25. Morozov, B. S. (2018). Gel'mintofauna mjasoidnim tvaryn v umovah odnoosibnih gospodarstv Trostjaneckogo rajonu Sumskoj oblasti. *Naukovo-Tekhnichnyj Bjuleten Derzhavnogo Naukovo-Doslidnogo Kontrolnogo Instytutu Veterynarnyh Preparativ ta Kormovyh Dobavok Instytutu Biologii Tvaryn*, 19 (2), 204–208 [In Ukrainian].

26. Klymenko, O. S. (2011). Analiz epizootologichnoi sytuacii shhodo gel'mintoziv sobak u pryvatnyh gospodarstvah Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Agrarnoi Akademii*, 3, 127–129 [In Ukrainian].

27. Overgaauw, P. A. M. (1997). Prevalence of intestinal nematodes of dogs and cats in the Netherlands.

Veterinary Quarterly, 19 (1), 14–17. doi: 10.1080/01652176.1997.9694730.

28. Ponomarenko, V. Ja., Fedorova, O. V., Bulavina, V. S., Mazepa, R. V. & Poletajeva, Je. I. (2016). Poshyrennja kyshkovyh gelmintoziv i protozooziv sered bezprytulnyh sobak Harkivskogo regionu ta pidvyshhennja efektyvnosti ih koproskopichnoi diagnostyky. *Naukovo-Tekhnichnyj Bjuleten Naukovo-Doslidnogo Centru Biobezpeky ta Ekologichnogo Kontrolju Resursiv APK*, 4 (4), 59–64 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 06.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бородай Є. О., Година В. П. Поширення та особливості перебігу трихуридозу собак на території міста Полтава. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 200–206.

© Бородай Євгенія Олександрівна, Година Віктор Павлович, 2019



original article | UDC 636.09: 595.132: 636.98(282.247.32) |
doi: 10.31210/visnyk2019.03.28

AGE-RELATED DYNAMICS OF INFESTING GOBIIDAE FAMILY FISH WITH CRYPTOKOTYLE LÜHE, 1899 (TREMATODA: HETEROPHYIDAE) IN THE ESTUARIES OF THE BLACK SEA IN THE SOUTHERN UKRAINE

S. L. Honcharov,

ORCID ID: [0000-0001-7464-6689](https://orcid.org/0000-0001-7464-6689), E-mail: sergeyvet85@ukr.net,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 16, Polkovnyka Potekhina str., Kyiv, 03041, Ukraine

The research is devoted to the relation between the level of the invasion of the Gobiidae fish with the metacercaria from the Heterophyidae bloodline and the age of the fish. To be specific, the researched fish are *Mesogobius batrachocephalus* Pallas, 1814, *Neogobius melanostomum* Pallas, 1814, and *Neogobius fluviatialis* Pallas, 1814, caught in the waters of the Dnipro-Buh estuary and the Black Sea near Mykolaiv and Odessa regions. It has been shown that the level of invasion grows proportionally to the age of the sampled fish. However, the index of abundance has not always been increasing with the age of the researched fish. It has been established that the oldest age groups – 6+ – 7+ – have been characterized by the highest level of the cryptocotyle invasion. In part, among the *M. batrachocephalus* fish the level of invasion in this age group made 46.6 %. The index of abundance reached its peak in this age group as well, counting 24.08 samples. The lowest invasion rates for the fish of this species were registered in the age group 2+ – 3+ – 18.1 %, the index of abundance for this age group counted 9.88 samples. *N. melanostomum* fish from the age group 6+ – 7+ were characterized as having the highest invasion rates. The prevalence in this age category made 100 %, while in the age group 2+ – 3+ the trematode invasion rates were at the lowest point for this Gobiidae species, counting 50 %. The index or abundance for these fish reached its maximum in the age group 0+ – 1+, counting 35.7 samples, and the minimal rates for *N. melanostomum* were registered in the age group 2+ – 3+ – 28.8 parasitic samples. *N. fluviatialis* aged 6+ – 7+ were infested and the prevalence made 54.3 %. The lowest level of invasion for this Gobiidae species was noticed in the age group 0+ – 1+, counting 31.2 %. The index of abundance among the *N. fluviatialis* fish was the maximal in the age group 2+ – 3+ and counted 12.26 samples, and the minimal rates were registered among Gobiidae fish aged 4+ – 5+, they counted 10.35 samples. To sum up, it has been established that the prevalence rates rise proportionally to the age, but this relation is not registered when it comes to the index of abundance rates. It has been proven that the level of cryptocotyle invasion among Gobiidae fish reached its peak in the oldest age groups – 6+ – 7+.

Key words: cryptocotyle, trematodes, prevalence, index of abundance, age-related dynamics.

ВІКОВА ДИНАМІКА ЗАРАЖЕННЯ РИБ РОДИНИ GOBIIDAE ТРЕМАТОДАМИ CRYPTOKOTYLE LÜHE, 1899 (TREMATODA: HETEROPHYIDAE) В ЛИМАННИХ ВОДАХ ТА АКВАТОРІЇ ЧОРНОГО МОРЯ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

С. Л. Гончаров,

Національний університет біоресурсів та природокористування України, вул. Полковника Потехіна, 16, Київ, 03041, Україна

Досліджено залежність рівня інвазованості бичків метацеркаріями родини Heterophyidae від віку риб, а саме: *Mesogobius batrachocephalus* Pallas, 1814, *Neogobius melanostomum* Pallas, 1814, *Neogobius fluviatialis* Pallas, 1814, що були виловлені в акваторіях Дніпро-Бузького лиману і Чорного моря

Миколаївської та Одеської областей. Показано, що із збільшенням віку риб збільшуються і показники ураження, а саме екстенсивність інвазії. Індекс рясності не завжди збільшувався із віком досліджуваних риб. Встановлено, що максимальні показники ураження риб збудником криптокотильозу характерні старшим віковим групам – 6+ – 7+. Найбільш інвазованою віковою категорією *M. batrachosephalus* виявилася риба віком 6+ – 7+ – 46,6 %, індекс рясності також був максимальним саме в цьому віці – 24,08 екз. Найменші показники ураження реєстрували серед риб даного виду віком 2+ – 3+ – 18,1 %, а показники індексу рясності виявлені у віці 2+ – 3+ були – 9,88 екз. Максимальні показники інвазування спостерігалися у бичка-кругляка у віці 6+ – 7+. Екстенсивність інвазії в зазначеній віковій категорії була – 100 %, а у віці 2+ – 3+ показник ураження личинками трематод був найменшим з-поміж усіх вікових груп бичків цього виду та склав – 50 %. У *N. melanostomum* індекс рясності набував найвищого значення у віковій категорії 0+ – 1+ та становив – 35,7 екз. Найнижчі показники індексу рясності виявлені в бичка-кругляка віком 2+ – 3+ і склали – 28,8 екз. паразитів. *N. fluviatilis* віком 6+ – 7+ були заражені з показником екстенсивності інвазії – 54,3 %. Найнижче значення ураження бичків зазначеної видової належності відмічали у віці 0+ – 1+ – 31,2 %. Серед бичків-пісочників максимальний показник індексу рясності був серед риб віком – 2+ – 3+ – 12,26 екз., а мінімальне значення було зафіксовано у бичків вікової категорії 4+ – 5+ – 10,35 екз. Отже, встановлено, що із збільшенням віку риб збільшується й показник екстенсивності інвазії. Індекс рясності не відзначався подібною закономірністю. Виявлено, що максимальних значень ураження бичків збудником криптокотильозу набувало серед старших вікових груп, а саме 6+ – 7+.

Ключові слова: криптокотильоз, трематоди, екстенсивність інвазії, індекс рясності, вікова динаміка

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ЗАРАЖЕНИЯ РЫБ СЕМЕЙСТВА GOBIIDAE ТРЕМАТОДАМИ *CRYPTOKOTYLE LÜNE, 1899 (TREMATODA: HETEROPHYIDAE)* В ЛИМАННЫХ ВОДАХ И АКВАТОРИИ ЧЁРНОГО МОРЯ ЮГА УКРАИНЫ

С. Л. Гончаров,

Национальный университет биоресурсов и природоиспользования Украины, ул. Полковника Потехина, 16, 03041, Киев, Украина

Исследована зависимость уровня инвазии метацеркариев семейства *Heterophyidae* от возраста бычковых рыб, а именно: *Mesogobius batrachosephalus* Pallas, 1814, *Neogobius melanostomum* Pallas, 1814, *Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814, которые были выловлены в акваториях Днепро-Бугского лимана и Чёрного моря Николаевской и Одесской областей. Показано, что с увеличением возраста рыб увеличиваются и показатели поражения, а именно экстенсивность инвазии. Индекс обилия не всегда увеличивался с возрастом исследуемых рыб. Выведено, что максимальные показатели поражения рыб возбудителем криптокотилёза характерны для старших возрастных групп – 6+ – 7+.

Ключевые слова: криптокотилёз, трематоды, экстенсивность инвазии, индекс обилия, возрастная динамика.

Вступ

Гельмінтози – це захворювання, що спричиняють паразитичні організми, – гельмінтами. Більшість гельмінтів є збудниками важких хвороб риб, що призводить до їх загибелі. Статевозрілі гельмінти та їх личинки псують товарну якість рибної продукції та спричиняють значні збитки рибному господарству [1].

Антагоністичний характер взаємовідносин у системі паразит-хазяїн часто виражається у зниженні життєздатності інвазованого організму. Це відбувається, зокрема, якщо на організм хазяїна впливають несприятливі фактори навколишнього середовища. Таке зниження життєздатності та адаптивних характеристик заражених особин порівняно з незараженими може суттєво впливати на реалізацію життєвого циклу паразита. Дійсно, зниження стійкості хазяїна до дії несприятливих факторів навколишнього середовища є показовим у багатьох прикладах паразито-хазяїнних взаємодій [2]. Цей ефект взаємодії може бути вираженим різним ступенем інтенсивності залежно від конкретної паразито-хазяїнної системи.

Відомо, що найбільш тісні взаємини паразитів з хазяями мають місце тоді, коли ті оселяються безпосередньо у їхніх тканинах. У таких випадках найбільш гостро відчувається негативний вплив

паразитів на гомеостаз організму хазяїна через механічні пошкодження тканин, порушення обмінних процесів та роботи імунної системи, що нерідко супроводжуються важкими клінічними проявами та високою летальністю [19]. Саме такими паразитами риб є метацеркарії родини Heterophyidae [14]. У роді нараховується 8 видів: *Cryptocotyle concava* Creplin, 1825; *Cryptocotyle lingua* Creplin, 1825; *Cryptocotyle jejuna* Nicoll, 1907; *Cryptocotyle badamshini* Kurochkin, 1959; *Cryptocotyle cryptocotyloides* Issaitschikow, 1923; *Cryptocotyle delamurei* Jurachno, 1987; *Cryptocotyle quinqueangularis* Skrjabin, 1923; *Cryptocotyle thapari* McIntosh 1953 [5, 6, 7, 21].

Це трематоди, першими проміжними хазяями яких є червевоногі молюски, а остаточними – рибоїдні птахи [4, 8, 12]. Досі лишається недостатньо вивченим поширення криптокотильозу риб в Україні. Не з'ясовано багато питань щодо біології збудника. Неоднозначно висвітлено в літературі патогенний вплив цього паразита на організм хазяїна [18]. Не досліджено повністю патогенез, а також роль різних рибоїдних птахів у циркуляції паразита. Існує ймовірність зараження людини як потенційного остаточного хазяїна цього паразита [15, 17].

У доступних наукових джерелах літератури майже відсутня інформація щодо залежності ступеня інвазованості бичкових риб збудником криптокотильозу залежно від їхнього віку. Такі наукові дані є епізодичними та фактично не висвітлено вікової динаміки криптокотильозу серед риб родини Gobiidae [14, 19]. Тому зважаючи на значну поширеність цього збудника у світі, його можливість інвазувати не лише тварин, але і людей, дані вікової динаміки зараження риб становлять значну дослідницьку зацікавленість.

Отже, метою роботи було проаналізувати залежності ступеня ураження паразитичними трематодами родини Heterophyidae бичкових видів риб відносно їх віку. Завданням досліджень було встановити можливу залежність показників інвазії за умови криптокотильозу відносно віку риб родини Gobiidae, що були виловлені в акваторіях Дніпро-Бузького лиману і Чорного моря Миколаївської та Одеської областей.

Матеріали і методи дослідження

Упродовж 2014–2018 років було досліджено 572 бички різних видів. Іхтіопатологічне дослідження проводили на всіх видах риб, що належали до родини Gobiidae, а саме: *Mesogobius batrachocephalus* Pallas, 1814, *Neogobius melanostomum* Pallas, 1814, *Neogobius fluviatialis* Pallas, 1814. Вік риби встановлювали за отолітами [20]. Клінічне дослідження проводили шляхом уважного огляду поверхні луски та шкірних покривів. Особливо досліджували ротову та зяброву порожнини. Розтинали черевну порожнину розрізом, який починали від анального отвору та направляли до голови. Препарували та відокремлювали кожен орган. Особливо відділяли і досліджували кишечник та його вміст. Для дослідження м'язової тканини попередньо знімали шкіру. Проводили поперечні надрізи м'язів під косим кутом по відносно хребта. На яскравому світлі проглядали кожен надріз. Виділяли та досліджували головний та спинний мозок, а також кристалик ока [1].

При проведенні розтину відбирали тканини та досліджували компресорним методом за допомогою компресорію МІС-7. Мікроскопію проводили за допомогою оптичного обладнання: мікроскопу тринокулярного Micromed XS-4130 та мікроскопу бінокулярного, стереоскопічного Micromed XS-6320. Виявляли метацеркарії на поверхні тіла, плавцях, а також на зябрах риб родини Gobiidae: *M. batrachocephalus*, *N. melanostomum*, *N. fluviatialis*.

Після виділення метацеркарій з оточуючих тканин проводили ексцистування, тобто виділення личинки трематоди з оболонок цисти.

Виділені цисти поміщали в 0,5 % розчин хілотрипсину, нагрітого до температури 38–40 °C та витримували 7–10 хв. Унаслідок чого оточуючі тканини починали лізуватися і циста легко вилучалася із залишків тканин, шляхом незначного механічного впливу [18].

Морфологічні характеристики паразитів вивчали за визначником «Keys to the Trematoda» (2002, 2005, 2008) за допомогою окуляра-мікрометра [5, 6, 7, 22].

Визначали екстенсивність інвазії та індекс рясності в досліджуваних риб. Отриману цифрову інформацію обробляли статистично та визначали середні арифметичні величини.

Результати дослідження та їх обговорення

При лабораторно-клінічному дослідженні на поверхні тіла риб, їх плавцях виявляли чорні пігментні плями, що мали чітке окреслення порівняно з навколишніми тканинами. Плями були інтенсивно чорного кольору. Гострих запальних процесів оточуючих тканин у риб не спостерігалось.

Під час проведення мікроскопії внутрішніх органів: гепатопанкреаса, жовчного міхура, кришталика ока, а також тканин серця, нирок, мозку метацеркаріїв не виявляли. Водночас при мікроскопії поверхневих тканин, відібраних з різних ділянок тіла риби, зокрема плавців та зябер, знаходили метецеркарії *C. jejuna* і *C. cansavum*. Під час розтину відмічали метацеркарії трематоди під парієтальним листком очеревини.

Екцистовані метацеркарії *C. cansavum* мали тіло овальної форми, завдовжки 0,42 мм, завширшки – 0,37 мм. Кутикула була щільна, вкрита дрібними шипиками. Ротова присоска термінальна, округла, 0,055 мм у діаметрі. Префаринкс короткий – 0,011 мм, фаринкс овальний, 0,038 мм; за ним слідує розгалуження кишечника, стволи якого направлені до каудальної частини тіла та сліпо закінчуються позаду сім'яників. Статевий синус з рудиментарною черевною присоскою округлої форми знаходиться в задній частині тіла. Сім'яники овальної форми, симетрично розміщені в кінці тіла. Попереду сім'яників лежить яєчник довжиною 0,088 мм. Екскреторний орган відкривається на кінці тіла (рис. 1).

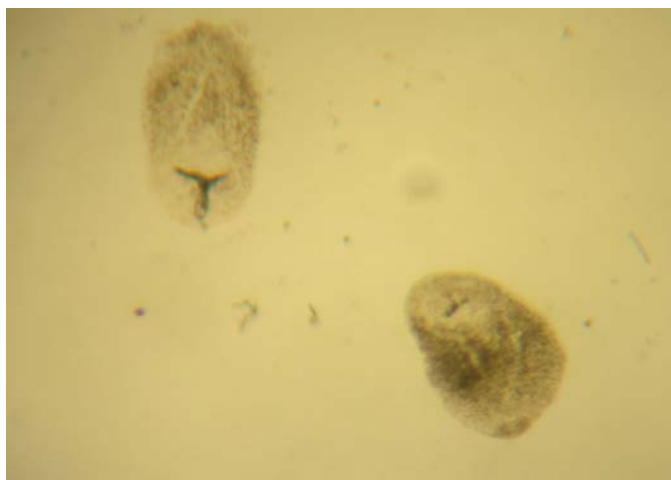


**Рис. 1. Екцистовані метацеркарії трематоди *Cryptocotyle concava*.
Нативний препарат. Збільшення $\times 280$**

Метацеркарії *C. jejuna*, оскільки раніше в акваторіях зазначеної ділянки природних водойм півдня України їх не реєстрували. Цисти були овоїдної форми. Тіло метацеркарія було видовжено-овальної форми, дещо загострене спереду та заокруглене ззаду. Кутикула вкрита дрібними шипиками. Ротова присоска субтермінальна, 0,048 мм. Префаринкс добре виражений, 0,013 мм, фаринкс невеликий, шароподібний. Стравохід за довжиною дорівнює префаринксу. Кишкові стволи добре візуалізуються та сліпо закінчуються в задній частині тіла, огинаючи зачатки сім'яників. Генітальний синус розміщується у середній частині тіла. Редукована черевна присоска знаходиться біля переднього краю синуса, відділена від нього мембраною. Зачатки сім'яників та яєчників лежать у задній частині тіла [5, 6, 7, 22].

Вікова категорія бичка-мартовика 0+ – 1+ характеризувалася показниками екстенсивності інвазії по даній групі – 25 %, а індекс рясності був – 10,46 екз. Кількість уражених бичків у групі риб категорії 2+ – 3+ зменшувалася порівняно із попередньою групою досліджуваних бичків та складала – 18,1 %. Індекс рясності серед риб родини Gobiidae згаданого віку також зазнавав зменшення – 9,88 екз. Кількість бичків-мартовиків, що були уражені метацеркаріями криптокотиліусів у віці 4+ – 5+ відзначалися тенденцією до збільшення показників зараження та становила – 33,3 %. А індекс рясності у вказаній групі *M. batrachcephalus* був на рівні 24,08 екз. Аналізуючи показники екстенсивності зараження бичків – *M. batrachcephalus*, визначено, що найбільш інвазованою групою риб виявилися вікова категорія 6+ – 7+ – 46,6 %, а індекс рясності був на рівні 24,08 екз. (табл. 1).

1. Показники інвазування *Mesogobius batrachcephalus* личинками трематод родини *Heterophyidae* залежно від її віку

Вікова категорія	EI, %	IP, екз.
0+ – 1+	25	10,46
2+ – 3+	18,1	9,88
4+ – 5+	33,3	13,5
6+ – 7+	46,6	24,08

Бички *N. melanostomum* віком 0+ – 1+ були заражені збудником криптокотильозу на – 61,5 %. Індекс рясності цієї вікової категорії був – 37,5 екз. Серед риб вікової категорії 2+ – 3+ виявляли незначне зменшення показника екстенсивності інвазії – 50 %, а індекс рясності складав – 28,8 екз. Збільшенням показника екстенсивності ураження порівняно із попередньою дослідною групою риб личинками трематоди родини Heterophyidae, характеризувалась вікова категорія бичка-кругляка 4+ – 5+ – 72,2 %. Показник індексу рясності в зазначеній віковій категорії також збільшувався та складав – 34,25 екз. Максимальний показник екстенсивності інвазії відмічали серед бичків цього виду у віці 6+ – 7+ – 100 % ураження. Індекс рясності навпаки, зменшувався – 29 екз. (табл. 2).

2. Показники інвазування *Neogobius melanostomum* личинками трематоди родини Heterophyidae залежно від її віку

Вікова категорія	EI, %	IP, екз.
0+ – 1+	61,5	35,7
2+ – 3+	50	28,8
4+ – 5+	72,2	34,25
6+ – 7+	100	29

Кількість уражених бичків-пісочників віком 0+ – 1+ була найменшою серед усіх дослідних категорій та складала – 31,2 %. Індекс рясності відмічався на рівні 10,96 екз. Вікова категорія *N. fluviatilis* 2+ – 3+ характеризувалась незначним підвищенням відсотку уражених бичків, а саме – 35,1 %. Індекс рясності також підвищувався, порівняно із молодшою віковою групою риб та складав – 12,26 екз. Цей показник був найбільшим серед усіх дослідних вікових категорій бичків цього виду. Екстенсивність інвазії у бичків-пісочників віком 4+ – 5+ також збільшувалася порівняно із попередньою групою та становила – 47,6 %, а індекс рясності навпаки зменшувався – 10,35 екз. Найстарша вікова категорія досліджуваних риб родини Gobiidae, а саме 6+ – 7+ характеризувалася найбільшим показником екстенсивності інвазії – 54,3 %. Показник індексу рясності цієї вікової категорії становив – 10,58 екз. (табл. 3).

3. Показники інвазування *Neogobius fluviatilis* личинками трематод родини Heterophyidae залежно від її віку

Вікова категорія	EI, %	IP, екз.
0+ – 1+	31,2	10,96
2+ – 3+	35,1	12,26
4+ – 5+	47,6	10,35
6+ – 7+	54,3	10,58

Розглянувши більш детально показники екстенсивності зараження бичкових риб збудником криптокотильозу можна дійти таких висновків, що найбільш інвазованою є вікова категорія *M. batrachcephalus* 6+ – 7+ – 46,6 %. Найменші показники ураження бичка-мартовика реєстрували серед риб віком 2+ – 3+ – 18,1 %. Бичок-кругляк відзначався максимальними показниками інвазування у віці 6+ – 7+. Показник екстенсивності інвазії у зазначеній віковій категорії був – 100 %, а у віці 2+ – 3+ показник ураження личинками трематод родини Heterophyidae був найменшим з-поміж усіх вікових груп бичків цього виду, та склав лише – 50 %. Серед *N. fluviatilis* віком 6+ – 7+ показник екстенсивності інвазії був – 54,3 %. Ця вікова категорія бичків-пісочників характеризувалася найвищими показниками захворювання на криптокотильоз. Найнижчим значенням ураження бичків зазначеної видової належності відмічали у віці 0+ – 1+ – 31,2 % (рис. 2).

Значення індексу рясності у бичка-мартовика набувало найбільшого значення у віковій категорії 6+ – 7+ та становило – 24,08 екз, а найменший показник реєстрували у віці 2+ – 3+ – 9,88 екз. метациркаріїв трематод родини Heterophyidae. У *N. melanostomum* індекс рясності набував найвищого значення у віковій категорії 0+ – 1+ та становив – 35,7 екз. Найнижчий показник індексу рясності у бичка-кругляка віком 2+ – 3+ – 28,8 екз. паразитів. Серед бичків-пісочників максимальний показник індексу рясності спостерігався серед риб віком – 2+ – 3+ – 12,26 екз., а мінімальне значення було встановлено у бичків вікової категорії 4+ – 5+ – 10,35 екз. (рис. 3).

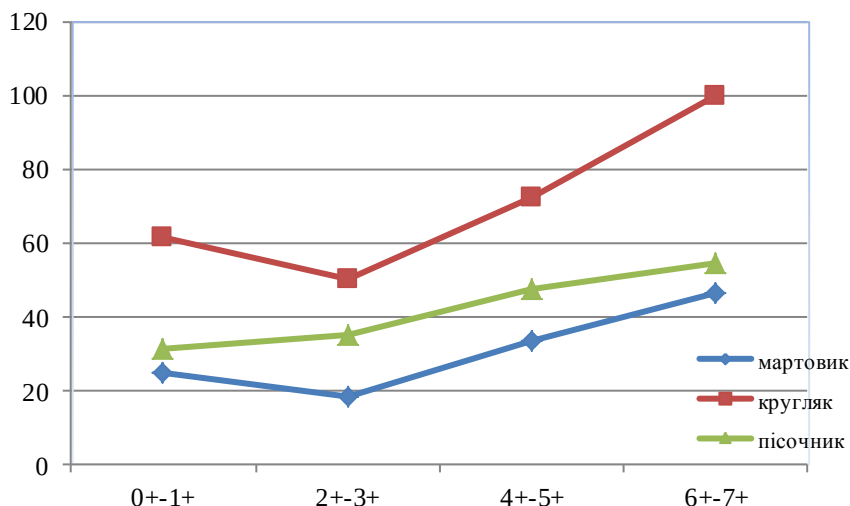


Рис. 2. Показники екстенсивності інвазії за умови криптокотильозу у бичкових видів риб різних вікових груп

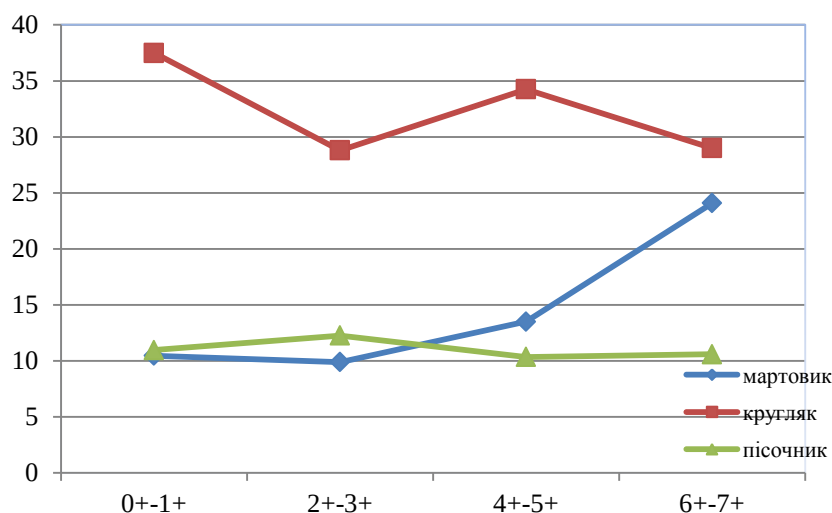


Рис. 3. Показники індексу рясності за умови криптокотильозу у бичкових риб різних вікових груп

Риба родини Gobiidae, а саме: *N. melanostomum* та *N. fluviatilis* – є представником гідробіонтів, які в основі свого раціону надають перевагу молюскам – *Mytilaster lineatus* та *Syndesmia ovata*, а також двостулковим молюскам роду *Cardiidae*. Рідше основою раціону можуть бути і молюски *Hydrobia ulvae*, які є першими та типовими проміжними хазяями для криптокотильозів. У складі раціону *N. fluviatilis* велике різноманіття представників класу Crustacea. Вони надзвичайно збагачують іхтіофауну бичка-пісочника. Під час процесу поїдання двостулкових молюсків відбувається їхнє зараження паразитами, зокрема і збудником криптокотильозу. Бичок-кругляк та пісочник є достатньо рухливими видами риб, що в пошуках кормової бази здійснюють незначні кормові та сезонні міграції в межах певних ділянок лиманних та морських акваторій. Їхній стиль існування сприяє їх зараженню збудниками криптокотильозу, оскільки вони є переважно донними рибами [10, 11, 15].

Представником родини Gobiidae та типовим хижаком є бичок-мартовик, який переважно полює на інші види риби, зокрема риб роду Clupeidae, Engraulidae, Atherinidae тощо. Значення двостулкових молюсків у харчовому ланцюзі цього виду бичків є незначним, а тому і рівень зараження збудником криптокотильозу у таких видів є найнижчим з усіх досліджуваних нами риб родини Gobiidae.

Бичкові риби набувають статевої зрілості у дворічному віці. Самиці лише відкладають ікру, а будова та охорона гнізда до моменту викльову личинок покладається на самця. У процесі догляду за гніздом самці дуже мало та погано споживають корм, рухаючись у невеликому периметрі акваторії водойми, та надзвичайно виснажуються. Виснаження та обмежене споживання корму, зниження ре-

зистентності й опірності організму є додатковим фактором, що сприяє різноманіттю паразитофауни останніх [15, 16].

Аналізуючи проведені наукові дослідження, потрібно зазначити загальну тенденцію: збільшення показників екстенсивності зараження та, частково, індексу рясності відбувається паралельно із віком гідробіонтів. Тобто чим старше хазяїн, тим ступінь інвазованості паразитами буде вищим. Тому максимальних показників поширення з незначними коливаннями та відхиленнями у цифрових значеннях інвазія набуває у старших вікових групах, а саме 6+ – 7+. Вочевидь одним із провідних факторів інвазування також є залежність окремих вікових груп бичкових риб від стилю споживання корму та його різноманіття, що також залежить від віку риб. Власне низка зазначених факторів і визначає взаємодію паразита та хазяїна і формує загальні аспекти паразито-хазяїнних відносин.

Щодо індексу рясності, то подібної чіткої закономірності не простежується. Наприклад, у бичка-мартовика найбільшу кількість паразитів реєстрували саме у старших вікових категоріях риб. А у бичка-кругляка навпаки, спостерігали найбільші показники індексу рясності саме в молодших вікових групах. Це, ймовірно, пов'язано із певними індивідуальними особливостями опірності та загальної резистентності бичків різних видів, а також надання переваги середовищу існування та характеру споживання корму.

Варто відмітити, що подібні закономірності коливання інвазованості риб паразитами визначені та описані В. О. Догелем (1962) [3]. У його роботах зазначено, що зі збільшенням віку морських та прісноводних риб збільшується й ступінь зараження паразитами (показники екстенсивності та інтенсивності інвазії). Дані наших досліджень частково підтверджують описані В. О. Догелем закономірності в частині збільшення екстенсивності інвазії. Щодо індексу рясності, то ці закономірності згідно з нашими дослідженнями не підтверджуються повністю. Вочевидь, це пов'язано із тим, що риба родини Gobiidae є представником іхтіофауни, що оселяється як у морських водах, так і солонуватих, тобто характерне явище евригалінності. У нашому випадку риба відбиралась із акваторії Чорного моря та Дніпро-Бузького естуарію.

Потрібно зазначити таке: достатньо високий рівень інвазування бичків збудником криптокотильозу відбувається ще серед молодших вікових груп риб. Надалі зростання показників захворювання на криптокотильоз досить рівномірно та логічно збільшується із віком без особливо різких коливань. Ймовірно, це пояснюється тим, що протягом життя риба постійно контактує із церкаріями криптокотильосів у водному середовищі. Бички інвазуються, а частина метацеркарій, якими вони були заражені раніше, – елімінується. Через певний час відбувається повторне зараження – реінвазія. Саме тому і спостерігається поступове збільшення рівня ураження бичків та досягає максимуму у старших вікових групах.

Висновки

Отже, встановлено поширення паразитичної трематоди родини Heterophyidae серед бичкових видів риб Дніпро-Бузького лиману і акваторії Чорного моря Миколаївської та Одеської областей – *M. batrachosephalus*, *N. melanostomum*, *N. fluviatilis*. Результати наукових досліджень свідчать, що зі збільшенням віку риб збільшується і показник екстенсивності інвазії. Індекс рясності не зазнавав подібної закономірності. Виявлено, що максимальних значень ураження бичків збудником криптокотильозу набувало серед старших вікових груп, а саме 6+ – 7+.

Перспективи подальших досліджень. Зважаючи на те, що криптокотильоз є зоонозом, він становить загрозу здоров'ю та життю людини. Людина може інвазуватися, споживаючи недостатньо кулінарно та термічно оброблену рибу продукцію, тому надзвичайно важливо вивчити показники стійкості збудника криптокотильозу до впливу високих та низьких температур при технологічній обробці рибної продукції.

References

1. Byhovskaja-Pavlovskaja, I. E. (1985). *Parazity ryb: Rukovodstvo po izucheniju*. Leningrad: Nauka [In Russian].
2. Berger, V. Ja., Galaktionov, K. V., & Prokof'ev, V. V. (2001). *Vozdejstvie parazitov na adaptacii hazjaina k abioticheskim faktoram sredy: parazito-hazjainnaja sistema partenity trematodi – moljuskij*. *Parazitologija*, 35 (3), 192–200 [In Russian].
3. Dogel', V. A. (1962). *Obshhaja parazitologija*. Leningrad: I-vo Leningradskogo universiteta [In Russian].

4. Field, L. C., & Irwin, S. W. B. (1999). Digenean larvae in *Hydrobia ulvae* from Belfast Lough (Northern Ireland) and the Ythan Estuary (north-east Scotland). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79 (3), 431–435. doi: 10.1017/s0025315498000551.
5. Gibson, D. I., Jones, A., & Bray, R. A. (Eds.). (2002). *Keys to the Trematoda: Volume 1*. doi: 10.1079/9780851995472.0000.
6. Jones, A., Bray, R. A., & Gibson, D. I. (Eds.). (2005). *Keys to the Trematoda: Volume 2*. doi: 10.1079/9780851995878.0000.
7. Bray, R. A., Gibson, D. I., & Jones, A. (Eds.). (2008). *Keys to the Trematoda, Volume 3*. doi: 10.1079/9780851995885.0000/
8. Kudlai, O. S. (2011). Trematodofauna cherevonohykh moliuskiv vodoim Pivnichnoho Pryazov'ia. *Extended abstract of candidate's thesis*. Instytut zoolohii im. I. I. Shmalhauzena, Kyiv [In Ukrainian].
9. Kurochkin, Ju. V., & Biserova, L. I. (1996). Ob jetiologii i diagnostike «chjornopjatnistogo zabojevan-ija» ryb. *Parazitologija*, 30 (2), 117–125 [In Russian].
10. Malek, M. (2004). Parasites as discrimination Keys in two sympatric species of gobies. *European Assotiatin of fish Pathologist*, 173–179. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/234033329_Parasites_as_discrimination_keys_in_two_sympatric_species_of_gobies.
11. Martynenko, I. M. (2012). On the finding of Cryptocotyle jejuna (Nicoll, 1907) Ransom, 1920 in the Kerch Strait. *Reports of the conference of young researchers zoologists. Institute of Zoology NAS of Ukraine*, Kiev.
12. Martynenko, I. M. & Kornychuk, Y. M. (2013). Trematoda Cryptocotyle jejuna u moljaska *Hydrobia acuta* v Kerchenskom prolive. *XV Vseukrainskaja konferencija parazitologov*. Chernovcy [In Russian].
13. Martynenko, I. M. (2016). O morfologicheskoy differenciacii vidov roda Cryptocotyle. *Sovremennye problemy v Morskoj Parazitologii*. Sevastopol: Bondarenko Publishing [In Russian].
14. Moshu, A. (2014). *Helminths of fish ponds between the rivers Dniester and Prut, potentially dangerous to human health*. Kishineu: Eco-Tiras [In Russian].
15. Naidenova, N. N. (1974). *Parazitofauna ryb simejstva bychkovih Chornogo i Azovskogo morej*. Kiev: Nukova Dumka [In Russian].
16. Rolbiecki, L. (2006). *Parasites of the round goby Neogobius melanostomus (Pallas, 1811), an invasive species in the Polish fauna of the Vistula Lagoon ecosystem*. *Oceanologia*, 48 (4), 545–561. Retrieved from: <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.agro-article-d6439c12-eb02-42c0-9ce2-b186af8c9311>.
17. Skryabin, K. I. (1952). *Trematody zhivotnyh i ljudej*. Moskva [In Russian].
18. Soroka, N., & Goncharov, S. (2015). Patent Ukrainy № 103347. Kyiv: Ukrainskyi instytut promyslovoi vlasnosti [In Ukrainian].
19. Sudarikov, V. J., Lomakin, V. V., Atajev, A. M., & Semenova, N. N. (2006). *Metacerkarii trematod – parazity ryb Kaspijskogo morja i del'ty Volgi: monografija*. Nauka, Moscow [In Russian].
20. Sterligova O. P. (2016). *Metody opredelenija vozrasta ryb i ego prakticheskoe znachenie (uchebnoe posobie)*. Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN [In Russian].
21. Thieltges, D. W., Krakau, M., Andresen, H., Fottner, S., & Reise, K. (2006). Macroparasite community in molluscs of a tidal basin in the Wadden Sea. *Helgoland Marine Research*, 60 (4), 307–316. doi: 10.1007/s10152-006-0046-3.
22. Baujera, O. (Ed.). (1987). *Opredelitel' parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR*. Moskva: Nauka [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 06.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гончаров С. Л. Вікова динаміка зараження риб родини Gobiidae трематодами *Cryptocotyle* Lühe, 1899 (Trematoda: Heterophyidae) в лиманних водах та акваторії Чорного моря півдня України. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 207–214.

© Гончаров Сергій Леонідович, 2019

THE INFLUENCE OF CTENOCEPHALIDES GENUS PARASITES ON HEMATOLOGICAL INDICES OF INFESTED DOGS

V. O. Yevstafieva,

ORCID ID: [0000-0003-4809-2584](https://orcid.org/0000-0003-4809-2584), E-mail: evstva@ukr.net,

K. O. Horb,

ORCID ID: [0000-0002-7657-2342](https://orcid.org/0000-0002-7657-2342), E-mail: horbksenia1992@gmail.com,

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

Fleas are parasitic insects belonging to Siphonaptera genus. All of them have practically the same body constitution and way of life. Parasites are mainly classified according to one sign – the kind of animal they feed on. Fleas of Ctenocephalides genus are the most widely spread and adapted to the population of domestic dogs. Their parasitizing can be accompanied by allergic dermatitis, iron-deficiency anemia, and exhaustion of infested dogs. The research was conducted at the Laboratory of the Department of parasitology and veterinary-sanitary expert examination, at Poltava State Agrarian Academy and in veterinary service “Vet-expert”. The aim of the research was to study the effect of ctenocephalidiasis causal agents on hematological indices of infested dogs depending on the infection intensity. As a result of the conducted research it was established that blood-sucking insects negatively affect animal organism, moreover, the severity of the disease course depends on the infection intensity. So, in case of parasitizing 15 flea specimens on the animal body, the number of leucocytes in their blood significantly ($P < 0.05$) increased (by 12.3 %), which was the result of increasing the number of eosinophiles (by 36.7 %). At the same time, the number of erythrocytes (by 8.4 %) and hemoglobin content (by 9.9 %) slightly decreased, but these changes did not have significant differences. In case of more infection intensity (16–47 flea specimens on the animal body), the signs of anemia were revealed in the examined dogs with significant ($P < 0.01$) decrease in the number of erythrocytes (by 17.5 %) and the amount of hemoglobin (by 19.8 %) in their blood. The number of leucocytes also increases – by 19.8 % ($P < 0.001$). The indices of leuco-formula are characterized by considerable changes in the dog blood at high infection intensity – the amount of eosinophiles increases up to 9.00 ± 0.89 % (2.4 times, $P < 0.01$) and rod neutrophils up to 6.80 ± 0.37 % (1.5 times, $P < 0.05$) as compared with the indices of clinically healthy animals (3.80 ± 0.80 and 4.40 ± 0.81 %, respectively). The obtained data broaden the already existing ones concerning dog ctenocephalidiasis pathogenesis and they enable to conduct not only specific, but also symptomatic therapy.

Keywords: dog ctenocephalidiasis, infection intensity, hematological indices.

ВПЛИВ ЕКТОПАРАЗИТІВ РОДУ CTENOCEPHALIDES НА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ІНВАЗОВАНИХ СОБАК

В. О. Євстаф'єва, К. О. Горб,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Блохи – це паразитичні комахи, що відносяться до роду Siphonaptera. Всі вони мають практично однакову будову тіла і спосіб життя. Класифікують паразитів загалом за однією ознакою – виду тварини, на якому вони живляться. Серед популяції домашніх собак найбільш поширеними та адаптованими до цього виду тварин є блохи роду Ctenocephalides. Їх паразитування може супроводжуватися алергічним дерматитом, залізодефіцитною анемією та виснаженням інвазованих собак. Дослідження виконували на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експе-

ртизи Полтавської державної аграрної академії та в умовах ветеринарного сервісу «Vetexpert». Метою досліджень було вивчити вплив збудників ктеноцефальозу на гематологічні показники інвазованих собак залежно від інтенсивності інвазії. За результатами проведених досліджень встановлено, що кровосисні комахи негативно впливають на організм тварин, причому тяжкість перебігу хвороби залежить від інтенсивності інвазії. За паразитування до 15 екземплярів бліх на тілі тварини в їх крові достовірно ($P < 0,05$) збільшується кількість лейкоцитів (на 12,3 %), що відбувається через збільшення кількості еозинофілів (на 36,7 %). Водночас незначно у крові інвазованих собак зменшується кількість еритроцитів (на 8,4 %) та вміст гемоглобіну (на 9,9 %), але ці зміни не мають достовірних відмінностей. В умовах значної інтенсивності інвазії (16–47 екз. бліх на тілі тварини) в дослідних собак виявляли ознаки анемії, про що свідчить достовірне ($P < 0,01$) зменшення в їхній крові кількості еритроцитів (на 17,5 %) та вмісту гемоглобіну (на 19,8 %). Одночасно зростає кількість лейкоцитів на 19,8 % ($P < 0,001$). Показники лейкоформули характеризуються більш значними змінами у крові собак в умовах високої інтенсивності інвазії – збільшується кількість еозинофілів до $9,00 \pm 0,89$ % (у 2,4 раза, $P < 0,01$) та паличкоядерних нейтрофілів до $6,80 \pm 0,37$ % (у 1,5 раза, $P < 0,05$) порівняно з показниками у клінічно здорових тварин ($3,80 \pm 0,80$ та $4,40 \pm 0,81$ % відповідно). Отримані дані розширюють уже наявні дані щодо патогенезу за умови ктеноцефальозу собак, а також дозволять ефективно проводити не тільки специфічну, але й симптоматичну терапію.

Ключові слова: ктеноцефальоз, собаки, інтенсивність інвазії, гематологічні показники.

ВЛИЯНИЕ ЭКТОПАРАЗИТОВ РОДА STENOCEPHALIDES НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИНВАЗИРОВАННЫХ СОБАК

В. А. Евстафьева, К. О. Горб,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Представлены результаты изучения влияния блох рода *Stenoccephalides*, паразитирующих у домашних собак, на их гематологические показатели в зависимости от показателей интенсивности инвазии. Установлено, что при наличии на теле животного до 15 экзemplаров блох, в крови собак достоверно увеличивается количество лейкоцитов (на 12,3 %) и эозинофилов (на 36,7 %). При интенсивности инвазии 16–47 экз. блох в крови инвазированных собак фиксировали уменьшение количества эритроцитов (на 17,5 %), содержания гемоглобина (на 19,8 %), а также увеличение количества лейкоцитов (на 19,8 %), эозинофилов (в 2,4 раза) и палочкоядерных нейтрофилов (в 1,5 раза) по сравнению с показателями у клинически здоровых животных.

Ключевые слова: ктеноцефалез, собаки, интенсивность инвазии, гематологические показатели.

Вступ

Блохи – це тимчасові ектопаразити різних видів тварин, що можуть нападати і на людину, та є справжніми космополітами земної кулі. На представників роду *Siphonaptera* можна натрапити в будь-якому куточку світу. Вони невибагливі, витривалі й неймовірно живучі. Цей рід включає понад 2000 видів комах. Вони об'єднані в 15 родин, які так само складаються з 200 родів. Усі вони мають практично однакову будову тіла і спосіб життя. Класифікують паразитів загалом за однією ознакою – виду тварини, на якому вони живляться. Хоча суворої спеціалізації в комах немає, вони все ж віддають перевагу крові певного типу [1–5].

Серед популяції домашніх собак найбільш поширеними та адаптованими до цього виду тварин є блохи роду *Stenoccephalides*. Зараженість домашніх улюбленців блохами може коливатися в межах від 10 до 40 %, хоча в деяких випадках є повідомлення про пікові показники екстенсивності інвазії понад 70 % [6–9].

Відомо, що розвиток ектопаразитів безпосередньо залежить від умов мікроклімату волосяного покриву тварини і його реакції на подразника. Найчастіше розвиток інвазії супроводжується проявом свербіжу з подальшим розчісуванням місць локалізації ектопаразитів. Це призводить до механічного пошкодження шкірного покриву та появи алопецій. Паразит, впливаючи на поверхню шкіри, спричиняє випотівання ексудату внаслідок подразнення клітинно-судинного апарату. В результаті цього виникає судинна реакція в уражених ділянках шкірного покриву. Водночас укуси бліх та вплив понад 15 агресивних хімічних компонентів їх слини викликає сенсibilізацію організму тварини [10–12].

За даними науковців, унаслідок живлення дорослих *Stenoccephalides* spp., у інвазованих собак

може виникати залізодефіцитна анемія, особливо в цуценят. У разі хронічного перебігу встановлено ознаки анемії також і у дорослих собак [13, 14]. Водночас, за даними Tkacheva Y., Glazunova L. (2018), паразитування бліх значно не впливає на гематологічні показники інвазованих собак. Згідно з проведеними ними дослідженнями, показники кількості лейкоцитів, еритроцитів, вмісту гемоглобіну були в межах норми і впродовж експерименту їх зміни не мали достовірних відмінностей від аналогічних показників крові здорових тварин. Однак було відмічено, що в собак з високим ступенем інвазії зростає показник ШОЕ [15].

Тому метою наших досліджень було вивчити вплив ектопаразитів роду *Ctenocephalides* на показники крові інвазованих собак. Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі: визначити у крові собак вміст гемоглобіну, кількість лейкоцитів та еритроцитів, показники лейкограми, якщо виявлений ктеноцефальоз; встановити вплив бліх на організм інвазованих собак в умовах різної інтенсивності інвазії.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж 2019 року на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії та в умовах ветеринарного сервісу «Vetexpert» (м. Полтава).

Для встановлення гематологічних змін у собак за умови паразитування бліх у досліді використовували 15 собак змішаних порід віком від 1 до 5 років, які належали мешканцям м. Полтава. З них були сформовані три групи тварин по 5 голів у кожній: одна контрольна (клінічно здорові собаки) та дві дослідні, уражені паразитичними комахами з різною інтенсивністю інвазії (до 15 екз. та 16–47 екз. комах на тілі тварини). Кров для досліджень отримували з променевої підшкірної вени передньої кінцівки зранку перед годівлею. У крові дослідних та контрольної групи собак визначали: кількість лейкоцитів, еритроцитів, вміст гемоглобіну, морфологічні показники лейкоформули. У стабілізованій крові кількість еритроцитів та лейкоцитів підраховували в камері з сіткою Горяєва. Диференційний підрахунок лейкоцитів проводили мікроскопічним дослідженням мазків крові, зафарбованих за методом Романовського-Гімза [16, 17]. Вміст гемоглобіну визначали за допомогою напівавтоматичного біохімічного аналізатора «BioChem SA» (США). Підготовку проб та визначення показників проводили згідно з інструкцією до приладу та реактивів.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакету прикладних програм Microsoft «EXCEL». Розраховували стандартне відхилення (SD) і середні значення ($\bar{x}$). Достовірність відмінностей середніх величин у досліджуваних групах собак визначали за допомогою методики однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера. Значення $P < 0,05$ вважали достовірним.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених досліджень встановлено, що зміни гематологічних показників у інвазованих собак *Ctenocephalides* spp. залежать від показників інтенсивності інвазії. Кількість еритроцитів у крові дослідних собак у разі незначної інтенсивності інвазії (до 15 екз. бліх на тілі тварини) була меншою на 8,4 % ($6,06 \pm 0,24$ Т/л) порівняно з клінічно здоровими тваринами ($6,62 \pm 0,12$ Т/л), однак достовірної різниці між показниками не спостерігали. Водночас у разі інтенсивності інвазії 16–47 екз. кількість еритроцитів у крові інвазованих собак значно зменшувалася на 17,5 % ($5,46 \pm 0,20$ Т/л, $P < 0,01$) порівняно зі здоровими тваринами (рис. 1).

Вміст гемоглобіну у крові собак, якщо наявна незначна інтенсивність інвазії, зменшувався на 9,9 % ($14,60 \pm 0,68$ г/л) порівняно з клінічно здоровими собаками ($16,20 \pm 0,58$ г/л), але достовірної різниці у показниках не виявляли. За умови інтенсивності інвазії від 16 до 47 екз. бліх на тілі тварини фіксували зміни у крові дослідних собак достовірним зниженням вмісту гемоглобіну на 19,8 % ($13,00 \pm 0,32$ г/л, $P < 0,01$) (рис. 2).

Показники кількості лейкоцитів достовірно зростали у крові собак усіх дослідних груп. За умови паразитування незначної кількості бліх цей показник збільшувався на 12,3 % ($10,56 \pm 0,46$ Г/л, $P < 0,05$), а за умови інтенсивності інвазії 16–47 екз. – на 19,8 % ($11,54 \pm 0,24$ Г/л, $P < 0,001$) порівняно з показниками у клінічно здорових собак ($9,26 \pm 0,32$ Г/л) (рис. 3).

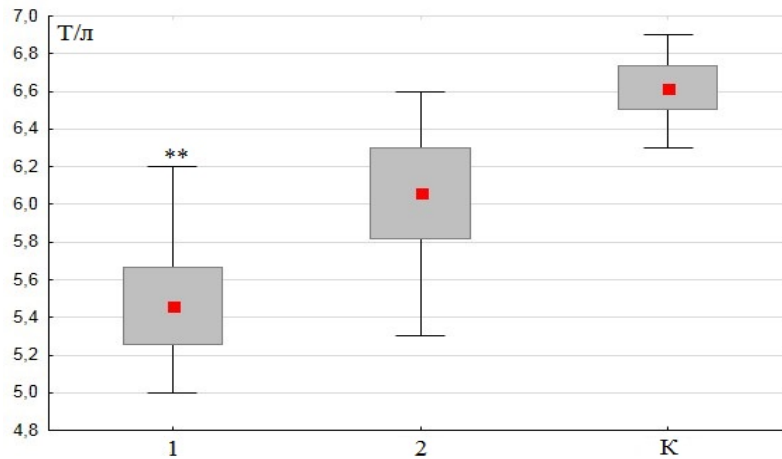


Рис. 1. Показники кількості еритроцитів у крові собак, інвазованих *Stenopcephalides spp.*, в умовах різної інтенсивності інвазії: 1 – від 16 до 47 екз., 2 – до 15 екз., К – клінічно здорові тварини; ** – $P < 0,01$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

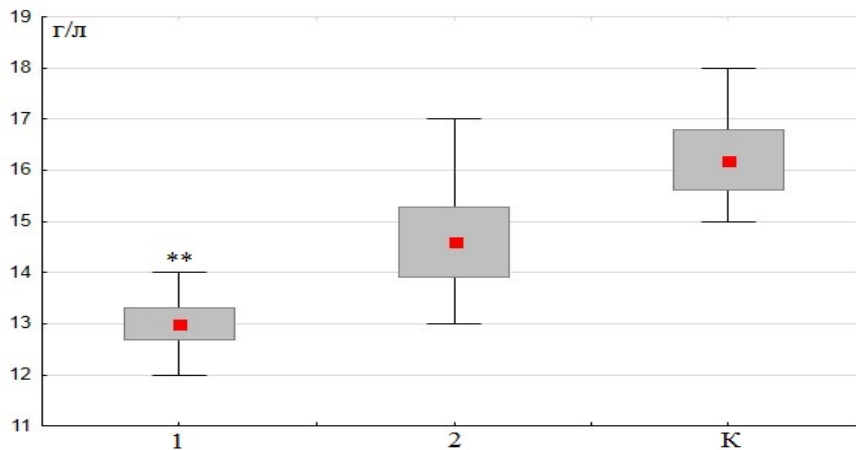


Рис. 2. Показники вмісту гемоглобіну у крові собак, інвазованих *Stenopcephalides spp.*, в умовах різної інтенсивності інвазії: 1 – від 16 до 47 екз., 2 – до 15 екз., К – клінічно здорові тварини; ** – $P < 0,01$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

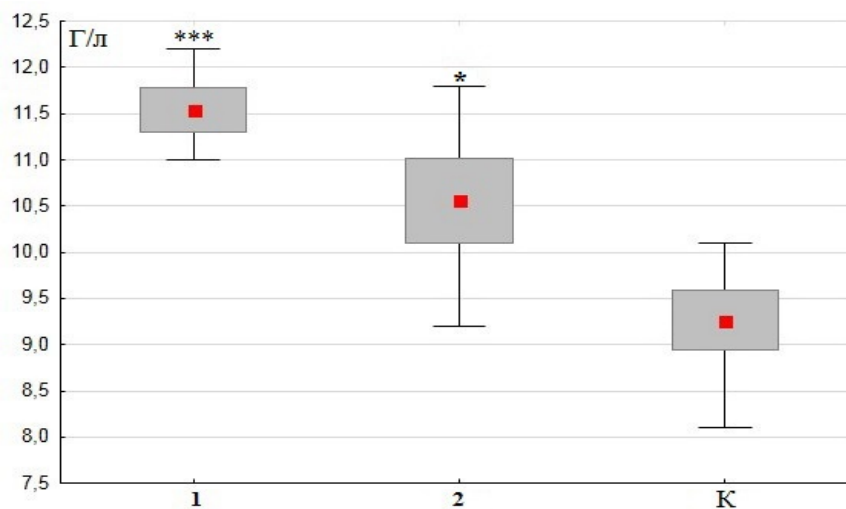


Рис. 3. Показники кількості лейкоцитів у крові собак, інвазованих *Stenopcephalides spp.*, в умовах різної інтенсивності інвазії: 1 – від 16 до 47 екз., 2 – до 15 екз., К – клінічно здорові тварини; * – $P < 0,05$, *** – $P < 0,001$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

Аналізуючи показники лейкоформули в собак у разі паразитування бліх *Ctenocephalides* spp., можна зазначити, що за наявності незначної інтенсивності інвазії достовірно збільшується відсоток еозинофілів у 1,6 раза ($6,00 \pm 0,32$ %, $P < 0,05$) порівняно з клінічно здоровими тваринами ($3,80 \pm 0,80$ %) (табл.).

Показники лейкограми собак, інвазованих *Ctenocephalides* spp. ($M \pm m$, $n=5$)

Показники		Клінічно здорові собаки	Собаки інвазовані <i>Ctenocephalides</i> spp., II (екз. на тварину)	
			до 15	16–47
Базофіли, %		$0,80 \pm 0,20$	$0,20 \pm 0,20$	$0,20 \pm 0,20$
Еозинофіли, %		$3,80 \pm 0,80$	$6,00 \pm 0,32^*$	$9,00 \pm 0,89^{**}$
Нейтрофіли, %	Ю	–	–	–
	П	$4,40 \pm 0,81$	$4,40 \pm 0,24$	$6,80 \pm 0,37^*$
	С	$62,20 \pm 2,58$	$66,40 \pm 1,78$	$61,80 \pm 2,42$
Лімфоцити, %		$26,00 \pm 1,67$	$21,20 \pm 1,46$	$19,80 \pm 2,87$
Моноцити, %		$2,80 \pm 0,49$	$1,80 \pm 0,20$	$2,40 \pm 0,68$

Примітка: * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

За умови високої інтенсивності інвазії у крові собак одночасно збільшується кількість еозинофілів у 2,4 раза ($9,00 \pm 0,89$ %, $P < 0,01$) та паличкоядерних нейтрофілів у 1,5 раза ($6,80 \pm 0,37$ %, $P < 0,05$) порівняно з клінічно здоровими тваринами – $4,40 \pm 0,81$ %).

Отже, проведені дослідження свідчать про негативний вплив бліх *Ctenocephalides* spp. на організм інвазованих собак. Причому, чим більший був показник інтенсивності інвазії, тим більш істотні зміни реєстрували в гематологічних показниках дослідних тварин. В уражених собак виявляли запальні та алергічні явища за показниками кількості еозинофілів, лейкоцитів та паличкоядерних нейтрофілів. Про алергізацію організму собак продуктами життєдіяльності та слиною бліх свідчать роботи багатьох учених. Згідно з проведеними ними гістологічними дослідженнями шкіри собак у місцях укусів бліх, реакція організму тварин супроводжувалася набряком та скопиченням еозинофілів у тканинах. В інших випадках виявляли сповільнену відповідь організму тварини, що характеризувалася затримкою запальної реакції та наявністю у тканинах периваскулярних лімфоцитів і гістіоцитів [10, 11, 18, 19]. Також нами виявлено ознаки анемії в собак за умови значної інтенсивності інвазії – 16–47 екз./гол. Таку ж тенденцію залежності показників інтенсивності інвазії *Ctenocephalides* spp. від тяжкості змін у гематологічних показниках описано в окремих працях, де встановлено зниження кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну, показника гематокриту у крові собак за умови паразитування на їхньому тілі понад 15 екз. бліх [20].

Висновки

Встановлено, що паразитування ектопаразитів роду *Ctenocephalides* призводить до змін у гематологічних показниках інвазованих собак, тяжкість яких залежить від інтенсивності інвазії. У крові тварин, на яких паразитувало до 15 екз. бліх, виявляли лейкоцитоз та еозинофілію. Водночас у разі інтенсивності інвазії від 16 до 47 екз. бліх на тілі тварини фіксували ознаки розвитку анемії, запальних та алергічних явищ, про що свідчило зменшення кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну, збільшення кількості лейкоцитів, еозинофілів та паличкоядерних нейтрофілів.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується вивчити ефективність сучасних інсектоакарицидних препаратів за умови ктеноцефальозу собак, а також встановити зміни гематологічних показників у інвазованих тварин у процесі їхнього лікування.

References

- Galloway, T. D. (2019). Siphonaptera of Canada. *Zookeys*, 819, 455–462. doi: 10.3897/zookeys.819.25458.
- Keskin, A., Hastriter, M. W., & Beaucournu, J. C. (2018). Fleas (Siphonaptera) of Turkey: species composition, geographical distribution and host associations. *Zootaxa*, 4420 (2), 211–228. doi: 10.11646/zootaxa.4420.2.4.
- Lareschi, M., Sanchez, J., & Autino, A. (2016). A review of the fleas (Insecta: Siphonaptera) from Argentina. *Zootaxa*, 4103 (3), 239–58. doi: 10.11646/zootaxa.4103.3.3.

4. Beaucournu, J. C., Moreno, L., & González-Acuña, D. (2014). Fleas (Insecta-Siphonaptera) of Chile: a review. *Zootaxa*, 3900 (2), 151–203. doi: 10.11646/zootaxa.3900.2.1.
5. Maleki-Ravasan, N., Solhjoui-Fard, S., Beaucournu, J. C., Laudisoit A., & Mostafavi, E. (2017). The Fleas (Siphonaptera) in Iran: Diversity, Host Range, and Medical Importance. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 11 (1), e0005260. doi: 10.1371/journal.pntd.0005260.
6. Beck, W., Boch, K., Mackensen, H., Wiegand, B., & Pfister, K. (2006). Qualitative and quantitative observations on the flea population dynamics of dogs and cats in several areas of Germany. *Veterinary Parasitology*, 137 (1–2), 130–136. doi: 10.1016/j.vetpar.2005.12.021.
7. Bond, R., Riddle, A., Mottram, L., Beugnet, F., & Stevenson, R. (2007). Survey of flea infestation in dogs and cats in the United Kingdom during 2005. *Veterinary Record*, 160 (15), 503–506. doi: 10.1136/vr.160.15.503.
8. Farkas, R., Gyurkovszky, M., Solymosi, N., & Beugnet, F. (2009). Prevalence of flea infestation in dogs and cats in Hungary combined with a survey of owner awareness. *Medical and Veterinary Entomology*, 23 (3), 187–194. doi: 10.1111/j.1365-2915.2009.00798.x.
9. Beugnet, F., & Franc, M. (2010). Results of a European multicentric field efficacy study of fipronil-(S) methoprene combination on flea infestation of dogs and cats during 2009 summer. *Parasite*, 17 (4), 337–342. doi: 10.1051/parasite/2010174337.
10. Kalvelage, H., & Münster, M. (1991). *Ctenocephalides canis* and *Ctenocephalides felis* infestations of dogs and cats. Biology of the agent, epizootiology, pathogenesis, clinical signs, diagnosis and control. *Tierärztliche Praxis*, 19 (2), 200–206.
11. Cadiergues, M. C., Santamarta, D., Mallet, X., & Franc, M. (2001). First Blood Meal of *Ctenocephalides canis* (Siphonaptera: Pulicidae) on Dogs: Time to Initiation of Feeding and Duration. *The Journal of Parasitology*, 87 (1), 214–215. doi: 10.2307/3285203.
12. Carlotti, D. N., & Jacobs, D. E. (2000). Therapy, control and prevention of flea allergy dermatitis in dogs and cats. *Veterinary Dermatology*, 11, 83–98. doi: 10.1046/j.1365-3164.2000.00204.x.
13. Dobler, G., & Pfeffer, M. (2011). Fleas as parasites of the family Canidae. *Parasites & Vectors*, 4, 139. doi: 10.1186/1756-3305-4-139.
14. Bitam, I., Dittmar, K., Parola, P., Whiting, M. F., & Raoult, D. (2010). Fleas and flea-borne diseases. *International Journal of Infectious Diseases*, 14, e667–e676. doi: 10.1016/j.ijid.2009.11.011.
15. Tkacheva, Y., & Glazunova, L. (2018). Hematological Changes in Dogs and Cats With Ectoparasitosis in Northern Trans-Urals. *International Scientific and Practical Conference “AgroSMART - Smart Solutions for Agriculture” (AgroSMART 2018)*. doi: 10.2991/agrosmart-18.2018.138.
16. Kondrahin, I. P., Kurilov, N. V., & Malahov, A. G. (1985). *Klinicheskaja laboratornaja diagnostika v veterinarii*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
17. Kondrahin, I. P., Arhipov, A. V., Levchenko, V. I., & Talanov, G. A., Frolova, L. A., Novikov, V. Je. (2004). *Metody veterinarnoj klinicheskaj laboratornoj diagnostik*. Moskva: KolosS [In Russian].
18. Halliwell, R. E., Preston, J. F., & Nesbitt, J. G. (1987). Aspects of the immuno-pathogenesis of flea allergy dermatitis in dogs. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 17, 483–494. doi: 10.1016/0165-2427(87)90164-4.
19. Gross, T. L., & Halliwell, R. E. (1985). Lesions of experimental flea bite hyper-sensitivity in the dog. *Veterinary Pathology*, 22, 78–81. doi: 10.1177/030098588502200112.
20. Ljutikova, I. A. (2008). Ktenocefalidoz sobak i koshek megapolisa Moskvyy: rasprostranenie, patogenez, terapija. *Doctor's thesis*. Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut gel'mintologii im. K. I. Skrjabina, Moskva [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 07.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Євстаф'єва В. О., Горб К. О. Вплив ектопаразитів роду *Ctenocephalides* на гематологічні показники інвазованих собак. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 215–220.

©Євстаф'єва Валентина Олександрівна, Горб Ксенія Олегівна, 2019

CLINICAL AND MORPHOMETRIC INDICES IN DOMESTIC CATS AND DOGS SUFFERING FROM OBESITY BECAUSE OF DIABETES

T. P. Lokes-Krupka,

ORCID ID: [0000-0002-6302-9615](https://orcid.org/0000-0002-6302-9615), E-mail: terra_vet@ukr.net,

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, H. 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

Clinical, morphometric indices of domestic cats and dogs suffering from diabetes mellitus depending on type were determined and analyzed, as well as morphometric indices in case of obesity because of diabetes and the indices of patients with alimentary obesity were compared. The aim of the article is the comparative analysis of clinical signs in domestic cats and dogs in case of diabetes of different types, as well as the comparison of morphometric parameters of animals with obesity resulting from diabetes with the obesity of alimentary origin. Breed and age disposition of domestic cats and dogs to diabetes, depending on its type was determined; it was found that Persian breed cats suffer from type I diabetes more often, while not thoroughbred cats suffer from type II diabetes. Among the reported cases of domestic dog diabetes mellitus, the pathology was most often recorded in dogs of the Labrador-retriever and poodle breeds. Analyzing the age-related dynamics of developing cat diabetes, we found that the largest number of animals with the specified pathology was detected in the age category of over 10 years. The next group was animals of 7-9 years old. Most often dog pathology on the background of obesity was recorded in animals older than 10. Concerning type 1 of the disease, domestic dogs aged seven years and older are susceptible to it. The main clinical signs of domestic dog and cat diabetes mellitus were: general weakness, suppression and worsening the coat of wool quality (caused by prolonged hyperglycemia and the development of intoxication due to metabolic disorders), as well as hypo- and anorexia. There was a significant similarity of morphometric parameters in both kinds of animals at alimentary and endogenous obesity. A considerable difference of morphometric indices at different types of diabetes mellitus was registered both in domestic cats and dogs. The content of adipose tissue in the body of cats with type I diabetes was 3.1 times lower as compared with the animals suffering from type II diabetes, and in dogs the content of adipose tissue was 2.8 times lower. The body weight of domestic cats also reliably differed, so in animals suffering from type II diabetes it was 3.3 more than in animals with type I diabetes. The obtained research data can be used for diagnosing obesity of different genesis by practicing doctors of veterinary medicine.

Key words: endocrine pathology, overweight, insulin resistance, morphometry, companion animals.

КЛІНІЧНІ ТА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ У СВІЙСЬКИХ КОТА І СОБАКИ ЗА НАЯВНОСТІ ОЖИРІННЯ, ЩО ЗУМОВЛЕНО ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ

Т. П. Локес-Крупка,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

М. І. Цвіліховський,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

Проведено визначення та аналіз клінічних, морфометричних показників свійських котів і собак за наявності цукрового діабету залежно від типу, а також порівняно морфометричні показники у разі

ожиріння під час цукрового діабету з показниками тварин, хворих на аліментарне ожиріння. Дослідження проводили на базі клінік ветеринарної медицини м. Полтава: клініки при кафедрі терапії імені професора П. І. Локеса Полтавської державної аграрної академії, «Vet Line», «Vet Comfort». Визначали порідну та вікову схильності до розвитку цукрового діабету у тварин компаньйонів залежно від типу хвороби; встановлювали характерні клінічні ознаки для котів та собак, хворих на цукровий діабет обох типів; провели морфометричні заміри та розрахунки вгодованості собак і котів, хворих на цукровий діабет обох типів, порівнюючи їх з результатами у свійських собак і котів за наявності ожиріння аліментарного генезу. Визначено порідну схильність свійських котів і собак до цукрового діабету залежно від типу. Виявлено, що на 1-тип частіше страждають коти перської породи, на 2-тип – безпорідні. Із зареєстрованих випадків цукрового діабету свійських собак найчастіше патологію реєстрували у тварин порід лабрадор-ретривер та пудель. Проведено аналіз вікової динаміки розвитку цукрового діабету у свійського kota. З'ясовано, що найбільша кількість тварин із зазначеною патологією виявлена у віковій категорії понад 10 років. Наступна група за чисельністю – це тварини за віком 7–9 років. У собак найчастіше патологію на фоні ожиріння реєструють у тварин старше десятирічного віку. Стосовно 1-го типу хвороби – схильні свійські собаки віком від семи років та старше. Визначено основні клінічні ознаками за наявності цукрового діабету у свійських собаки і kota (загальна слабкість, пригнічення та погіршення якості шерсті, а також гіпо- та анорексія). Доведено високу подібність морфометричних показників тварин обох видів як за аліментарного, так і за ендогенного ожиріння. Зареєстровано значну різницю морфометричних показників в умовах різних типів цукрового діабету як у свійських котів, так і в собак. У котів за наявності цукрового діабету 1-типу вміст жирової тканини в організмі нижчий у 3,1 рази порівняно з тваринами з 2-типом, а в собак у 2,8 рази. Достовірно відрізняється у свійських котів і маса тіла, у тварин з 2-типом хвороби вона у 3,3 більша, ніж у тварин із 1-типом діабету.

Ключові слова: ендокринопатія, надмірна вгодованість, інсулінорезистентність, морфометрія, тварини-компаньйони.

КЛИНИЧЕСКИЕ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДОМАШНИХ КОТОВ И СОБАК ПРИ ОЖИРЕНИИ, ЧТО СПРОВОЦИРОВАНО САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Т. П. Локес-Крупка,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Н. И. Цвилюховский,

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев обороны, 15, г. Киев, 03041, Украина

В статье охарактеризована породная предрасположенность к сахарному диабету домашних собак и кошек. Выявлено, что сахарным диабетом чаще страдают коты персидской породы и беспородные. Среди собак – лабрадор-ретривер и пудель. Болезни подвержены животные старше 7 лет. Определены основные клинические признаки при сахарном диабете у животных обоих видов (общая слабость, угнетение и ухудшение качества шерсти, а также гипо- и анорексия). Установлено высокое сходство морфометрических показателей у домашних кошек и собак как при алиментарном, так и при эндогенном ожирении. У котов при сахарном диабете 1-типа содержание жировой ткани в организме ниже в 3,1 раза по сравнению с животными со 2-типом, а у собак в 2,8 раза. Масса тела при 2-типе болезни в 3,3 больше массы животных с 1-типом диабета.

Ключевые слова: эндокринопатия, чрезмерная упитанность, инсулино-резистентность, морфометрия, животные-компаньоны.

Вступ

Існує низка ендокринних захворювань, таких як гіпотиреоз або цукровий діабет, що безпосередньо пов'язані з ожирінням. Проте порушення обміну речовин – досить рідкісна причина розвитку ожиріння в собак і, за даними деяких авторів [3, 20], трапляється менше, ніж у 5 % тварин з проблемами вгодованості.

Діабет (від грец. diabetes – «проходжу наскрізь», оскільки захворювання супроводжується великим споживанням води та швидким її виведенням з організму) – це синдром хронічної гіперглікемії, зумовлений абсолютною або відносною недостатністю інсуліну, що спричиняє порушення вуглевод-

ного, ліпідного й білкового обміну [10]. Цукровий діабет є багатофакторною патологією [1, 4–6, 19]. Його виникнення зазвичай асоціюють з перегодовуванням та стресами. Захворюваність збільшується через зростання кількості таких чинників, як ожиріння та гіпокінезія, або фізична інертність. Недостатня фізична активність – фактор ризику розвитку цукрового діабету в самиць, але не в самців свійського kota. І, навпаки, деякі автори виділяють збільшення маси тіла як фактор ризику цукрового діабету в самців, але не в самиць [10]. Варто зазначити, що хоча ожиріння сприяє виникненню резистентності до інсуліну, не у всіх хворих на нього котів розвивається діабет. Коли бета-клітини перебувають у нормальному стані, вони здатні компенсувати негативний вплив ожиріння і резистентності до інсуліну за допомогою посилення секреції останнього, завдяки чому підтримується нормальний рівень переносимості глюкози. Однак у разі дисфункції бета-клітин знижується переносимість глюкози, що врешті-решт призводить до розвитку цукрового діабету. До нині невідомо, які чинники відповідальні за зниження секреції інсуліну і прогресування діабету; до їх числа, імовірно, відносяться відкладення амілоїду, глюкотоксичність і ліпотоксичність [14, 20].

Захворювання розвивається тоді, коли β -клітини підшлункової залози втрачають здатність виділяти достатню кількість інсуліну (цукровий діабет 1-го типу, інсулінозалежний) або інсулін не може впливати на периферичні тканини (цукровий діабет 2-го типу, інсулін незалежний) [3, 7]. У свійських собак і котів відмінності між двома типами діабету часто стерті. Обидва типи діабету характеризуються гіпоінсулінемією і, як правило, потребують інсулінотерапії і мають схильність до кетоацидозу [7, 16, 20].

За умови розвитку цукрового діабету у тварин-компаньйонів не виробляється в достатній кількості інсулін, який потрібен для регулювання рівня глюкози у крові, внаслідок чого його рівень значно підвищується. У людей частіше за все ожиріння пов'язано з цукровим діабетом другого типу, оскільки значна кількість вуглеводної їжі сприяє виснаженню запасів інсуліну [7].

Саме тому *метою* роботи був порівняльний аналіз клінічних ознак у свійських котів і собак за наявності цукрового діабету різних типів, а також порівняння морфометричних показників тварин у разі ожиріння під час цукрового діабету і при ожирінні аліментарного походження.

У *завданні* досліджень входило: визначити порідну та вікову схильності до розвитку цукрового діабету у тварин компаньйонів залежно від типу хвороби; встановити характерні клінічні ознаки для котів та собак, хворих на цукровий діабет обох типів; провести морфометричні розрахунки вгодованості собак і котів, хворих на цукровий діабет обох типів.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на базі клінік ветеринарної медицини м. Полтава: клініки при кафедрі терапії імені професора П. І. Локеса Полтавської державної аграрної академії, «Vet Line», «Vet Comfort».

Під час проведення експерименту ми дослідили 23 свійських kota та 18 собак, у яких під час комплексного обстеження [4] діагностували цукровий діабет різних типів. 1-й тип супроводжувався кахексією, 2-й тип – надмірною вгодованістю та ожирінням тварин [19]. Як контрольні групи тварин нами були взяті 20 свійських котів та 15 свійських собак без видимих ознак патології.

Результати досліджень та їх обговорення

Під час збору анамнезу за умови клінічного дослідження свійських котів і собак з ожирінням, яке зумовлене цукровим діабетом, ми дослідили, що більшість тварин утримувалися на натуральному або змішаному раціонах. Годівля кормами, що насамперед притаманні раціону людини, спричиняє дисбаланс фізіологічно активних речовин у годівлі тварин. Це може призвести до метаболічних порушень, наприклад, розладів обміну речовин, що сприяють розвитку та клінічним проявам деяких хвороб, зокрема й цукрового діабету [2, 8–11].

Щодо порідної схильності, то з 23-х випадків цукрового діабету у свійських котів найменшу кількість реєстрували у тварин порід сфінкс та британська. Залежно від ступеня тяжкості патології перше місце посіли: 1-тип – коти перської породи, 2-тип – безпорідні. З 18-ти випадків цукрового діабету свійських собак найчастіше патологію реєстрували у тварин порід лабрадор-ретривер та пудель.

Аналізуючи вікову динаміку розвитку цукрового діабету у свійського kota, ми з'ясували, що найбільшу кількість тварин із зазначеною патологією виявлено у віковій категорії понад 10 років. Наступна група за чисельністю – це тварини за віком 7–9 років.

Таку ж, але з меншою різницею показників, вікову схильність до цукрового діабету було встанов-

лено й для свійських собак. Найчастіше патологію на фоні ожиріння реєструють у собак старше десятирічного віку. Стосовно 1-го типу хвороби – схильні свійські собаки віком від семи років та старше, що збігається з результатами зарубіжних дослідників [8, 12–15].

Під час проведення клінічних досліджень хворих на цукровий діабет свійських котів та собак було встановлено як характерні, так і не характерні ознаки хвороби (табл. 1). На жаль, найчастіше до клініки ветеринарної медицини зверталися господарі з тваринами на досить тяжких стадіях патології (рис. 1), або діагноз був поставлений випадково у разі щорічного огляду тварин, оскільки клінічно на ранніх стадіях цукровий діабет слабо проявляється.

1. Клінічні прояви цукрового діабету у свійських котів і собаки

Клінічна ознака	Хворі коти, n=23		Хворі собаки, n=18	
	тварини	%	тварини	%
Пригнічення	13	56,5	8	44,4
Тьмяність та скуйовдження шерсті	20	87,0	15	83,3
Гіпо / анорексія	19	82,6	15	83,3
Анемічність слизових оболонок	18	78,3	16	88,9
Занепокоєння	10	43,5	10	55,6
Ожиріння	12	52,2	9	50,0
Поліурія	18	78,3	12	66,7
Полідипсія	18	78,3	14	77,8
Зниження маси тіла	11	47,8	9	50,0
Блювання	6	26,1	5	27,8

Характерними клінічними ознаками за наявності цукрового діабету у свійських собаки і кота були: загальна слабкість, пригнічення та погіршення якості шерсті (зумовлені тривалою гіперглікемією та розвитком інтоксикації внаслідок порушення обміну речовин), а також гіпо- та анорексія.

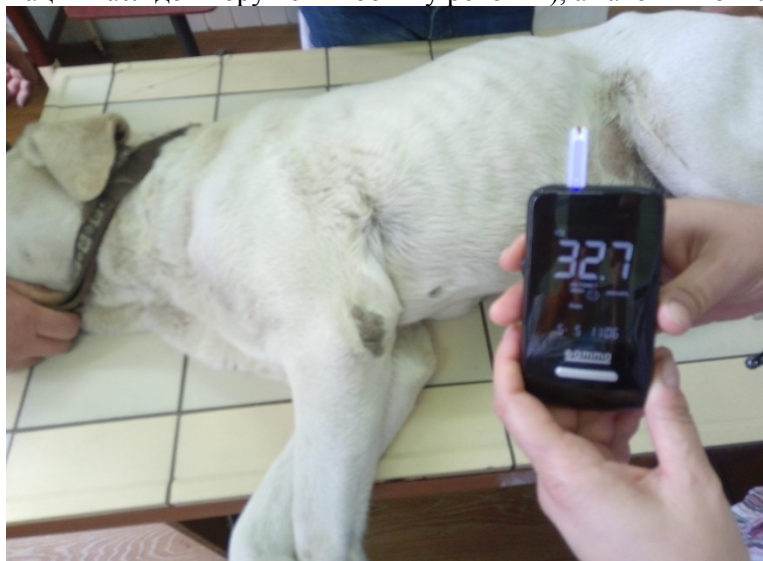


Рис. 1. Загальний вигляд свійського собаки за ЦД 1-го типу (кахексія): порода – лабрадор-ретривер, вік – 9 років

Блідість видимих слизових оболонок у більшості свійських котів (78,3 %) та ще найбільше в собак (88,9 %) за наявності цукрового діабету свідчить про розвиток анемічного синдрому.

Аналізуючи отримані дані, можна виявити, що 43,5 % свійських котів та 55,6 % собак були значно занепокоєні.

Поліурію з глюкозурією та полідипсією спостерігали у більшості дослідних котів (78,3 %) та в більшості собак (66,7 та 77,8 % відповідно), що свідчить про залучення в патологічний процес нирок, а саме – про порушення ниркового порогу для глюкози, що спричиняє осмотичний діурез [16, 18].

Наявність періодичного блювання за цукрового діабету (у котів – 26,1 %, у собак – 27,8 %) є результатом розвитку синдрому інтоксикації, що є одним з характерних клінічних проявів цієї патології

на пізніх стадіях [17, 20].

У хворих свійських котів (52,2 %) та половини собак з цукровим діабетом 2-типу було встановлено наявність надмірної маси тіла. У решти тварин, навпаки, відмічали зниження маси тіла, часто схуднення наближалось до стану кахексії.

Для подальших досліджень на основі результатів клінічної картини ми розділили хворих тварин на дві групи залежно від тяжкості.

Під час проведення морфометричних розрахунків (табл. 2) у період дослідження свійських котів за наявності ожиріння внаслідок цукрового діабету 2-типу ми встановили значне збільшення маси тіла тварин (у 2,1 рази). Вміст жирової тканини в організмі свійського kota був більший у 1,7 рази порівняно з показником контрольної групи. Відповідно (за бальною системою оцінювання вгодованості) ці тварини набрали найвищу кількість балів. Саме тварини цієї групи за показниками вгодованості були майже ідентичними до показників у тварин з аліментарним ожирінням.

2. Критерії оцінювання маси тіла у свійських котів, хворих на цукровий діабет

1-го та 2-го типів та за аліментарного ожиріння, $M \pm t$

Критерій оцінювання	Клінічно здорові коти (n=20)	Коти з аліментарним ожирінням (n=45)	Цукровий діабет, 1 тип, n=11	Цукровий діабет, 2 тип, n=12
Маса тіла, кг	3,4±0,10	6,6±0,14	2,8±0,08 *	7,11±0,33 ***
Вміст жирової тканини в організмі, %	28,8±0,9	49,3±1,04	15,7±0,83 ***	48,4±1,85 ***
Бальна система оцінювання	3,2±0,09	4,8±0,14	1,5±0,16 ***	5,0±0,00 ***

Примітки: * – $p \leq 0,05$; *** – $p \leq 0,001$ порівняно з клінічно здоровими котами.

У свійських котів з 1-типом цукрового діабету, навпаки, реєстрували зниження маси тіла (2,8±0,08 кг) та ступеню вгодованості (1,5±0,16 бали). Характерним було зниження відсотку жирової тканини в організмі тварин у понад 1,8 рази.

Подібні зміни реєстрували і в дослідних групах тварин іншого виду. В таблиці 3 представлені дані дослідження собак, хворих на цукровий діабет 1-го та 2-го типів. У таблиці наведені критерії оцінювання вгодованості собак, без наведення показників маси тіла, оскільки у групу увійшли тварини різних порід та розмірів.

3. Критерії оцінювання надлишкової маси тіла у свійських собак,

хворих на цукровий діабет, $M \pm t$

Критерій оцінювання	Клінічно здорові собаки (n=15)	Собаки з аліментарним ожирінням (n=30)	Цукровий діабет, 1 тип (n=9)	Цукровий діабет, 2 тип (n=9)
Вміст жирової тканини в організмі, %	26,8±0,38	41,7±0,75	16,6±0,84 ***	46,4±1,45 ***
Бальна система оцінювання	2,9±0,063	4,9±0,06	1,6±0,18 **	4,8±0,15 ***

Примітки: ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ порівняно з клінічно здоровими собаками.

Порівнюючи вміст жирової тканини в організмі свійського собаки за наявності цукрового діабету 1 типу із клінічно здоровими тваринами, можна встановити її різку недостатку. Показники свідчать про досить сильне схуднення, часом на межі із кахексією у тварин дослідної групи, що підтверджується візуальною діагностикою, а саме низьким середнім балом оцінки вгодованості (в середньому 1,6±0,18 бали).

Оцінюючи вгодованість собак, хворих на цукровий діабет 2 типу, з'ясовано, що вміст жирової тканини в організмі порівняно із клінічно здоровими тваринами зріс у 1,7 рази, бальна характеристика вгодованості змінювалася до неї прямопропорційно.

Отже, отримані нами дані доводять чітку диференціацію типів цукрового діабету та різницю їх клінічного перебігу. Важливим є клінічна подібність аліментарного ожиріння та ожиріння внаслідок 2-го типу цукрового діабету як для свійських котів, так і собак, що узгоджується з даними науковців [5, 7, 20].

Висновки

Отже, потрібно відмітити значну різницю показників у різних типах цукрового діабету як у свійських котів, так і в собак. У котів за наявності цукрового діабету 1-типу вміст жирової тканини в організмі нижчий у 3,1 рази порівняно з тваринами з 2-типом, а в собак у 2,8 рази. Достовірно відрізняється у свійських котів і маса тіла, у тварин з 2-типом хвороби вона у 3,3 рази більша, ніж у тварин з 1-типом діабету. Також важливим є висока подібність морфометричних показників тварин обох видів як за наявності аліментарного, так і за ендогенного ожиріння.

Перспективи подальших досліджень. Хоча виявлено певну порідну та вікову відмінності за наявності різних типів цукрового діабету, а також відмінності клінічної картини у разі ожиріння різної етіології, важливим є подальші дослідження проявів останньої патології за умови іншого генезу. Оскільки для диференціальної діагностики ожиріння, аліментарного та ендокринного походження, результатів клінічних досліджень недостатньо, необхідним є подальші дослідження функціонального стану внутрішніх органів та систем.

References

1. Chandler, M., Cunningham, S., Lund, E. M., Khanna, C., Naramore, R., Patel, A., & Day, M. J. (2017). Obesity and Associated Comorbidities in People and Companion Animals: A One Health Perspective. *Journal of Comparative Pathology*, 156 (4), 296–309. doi: 10.1016/j.jcpa.2017.03.006.
2. Chiu, K. C., Lee, N. P., Cohan, P., & Chuang, L.-M. (2000). Beta cell function declines with age in glucose tolerant Caucasians. *Clinical Endocrinology*, 53 (5), 569–575. doi: 10.1046/j.1365-2265.2000.01132.x.
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. Feldmen, E. & Nelson, R. (2008). *Endokrinologiya i reproduktsiya sobak i koshek*. Moscow: Sofion [In Russian].
5. Fredriksson, R., Häggglund, M., Olszewski, P. K., Stephansson, O., Jacobsson, J. A., Olszewska, A. M., Levine, A. S., Lindblom, J., & Schiöth, H. B. (2008). The Obesity Gene, FTO, Is of Ancient Origin, Up-Regulated during Food Deprivation and Expressed in Neurons of Feeding-Related Nuclei of the Brain. *Endocrinology*, 149 (5), 2062–2071. doi: 10.1210/en.2007-1457.
6. Fruh, S. M. (2017). Obesity. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners*, 29, 3–14. doi: 10.1002/2327-6924.12510.
7. German, A. J., Hervera, M., Hunter, L., Holden, S. L., Morris, P. J., Biourge, V., & Trayhurn, P. (2009). Improvement in insulin resistance and reduction in plasma inflammatory adipokines after weight loss in obese dogs. *Domestic Animal Endocrinology*, 37 (4), 214–226. doi:10.1016/j.domaniend.2009.07.001.
8. Lederer, R., Rand, J. S., Jonsson, N. N., Hughes, I. P., & Morton, J. M. (2009). Frequency of feline diabetes mellitus and breed predisposition in domestic cats in Australia. *The Veterinary Journal*, 179 (2), 254–258. doi:10.1016/j.tvjl.2007.09.019.
9. McCann, T. M., Simpson, K. E., Shaw, D. J., Butt, J. A., & Gunn-Moore, D. A. (2007). Feline diabetes mellitus in the UK: The prevalence within an insured cat population and a questionnaire-based putative risk factor analysis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 9 (4), 289–299. doi: 10.1016/j.jfms.2007.02.001.
10. 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.
11. Rios, L., & Ward, C. (2008). Feline diabetes mellitus: diagnosis, treatment, and monitoring. *Compend. Contin. Educ. Vet*, 30 (12), 626–639.
12. Shtryhol, V. S., & Kutsan, O. T. (2012). Tsukrovyy diabet: poshyrenist i faktoryy ryzyku v domashnikh kotiv i sobak (ohliad literatury). *Veterynarna medytsyna*, 96, 334–337 [In Ukrainian].
13. 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.
14. 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.
15. 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.

16. 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.

17. Ihnatenko, N. A. (2014). Tsukrovyyi diabet u kotiv: yak sprostyty zadachu? *VetPharma*, 5, 50–59 [In Ukrainian].

18. Lokes-Krupka, T. P. (2018). Klinichna efektyvnist diietoterapii u profilaktytsi ozhyrinnia u sviiskoho kota. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (4), 147–150. doi:10.31210/visnyk2018.04.22 [In Ukrainian].

19. Lokes-Krupka, T. P. (2019). Klinichniy vypadok alimentarnoho ozhyrinnia u sobaky. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (2), 213–218. doi :10.31210/visnyk2019.02.28 [In Ukrainian].

20. Morozenko, D. V. (2010). Diahnostyka tsukrovoho diabetu u domashnikh kotiv Nauk. *Visnyk Nats. Un-tu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy. Ser. Veterynarna Medytsyna*, 2010, 151 (2), 275–279 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 14.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Локес-Крупка Т. П., Цвіліховський М. І. Клінічні та морфометричні показники у свійських kota і собаки за наявності ожиріння, що зумовлено цукровим діабетом. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 221–227.

© Локес-Крупка Тереза Петрівна, Цвіліховський Микола Іванович, 2019

THE EFFECT OF HIGHER NERVOUS ACTIVITY TYPE ON THE CONTENT OF PHOSPHORUS IN THE BLOOD OF COWS

O. V. Zhurenko,

ORCID ID: [0000-0002-4933-0372](https://orcid.org/0000-0002-4933-0372), E-mail: zhurenko-lena@ukr.net,

V. I. Karpovskiy,

ORCID ID: [0000-0003-3858-0111](https://orcid.org/0000-0003-3858-0111), E-mail: karpovskiy@meta.ua,

O. V. Danchuk,

ORCID ID: [0000-0002-9226-1499](https://orcid.org/0000-0002-9226-1499), E-mail: olexdan@ukr.net,

V. O. Trokoz,

ORCID ID: [0000-0001-8619-195X](https://orcid.org/0000-0001-8619-195X), E-mail: tassar@bigmir.net,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 16, Polkovnyka Potekhina Str., Kyiv, 03041, Ukraine

The processes of excitation and inhibition are the main functional characteristics of the nervous system activity. The purpose of the study was to determine the extent and nature of the nervous system typological features' influence on the content of phosphorus in cow body. Blood samples from animals taken from the jugular vein in the morning before feeding served as the material for the research. Blood sampling was conducted twice a year, in summer and winter. The studies have shown that phosphorus content in different blood fractions of animals with different types of HNA did not go beyond physiological limits. The time of year had a reliable effect on phosphorus content in the whole blood and its serum only in cows of WN type. According to the research results of inorganic phosphorus content in the blood serum of cows with different types of HNA, the content of inorganic phosphorus in serum did not go beyond physiological limits and made 4.2–5.1 mg/100 ml. It was established that the intensity of nervous processes in the summer is reliably related to phosphorus content in the whole blood ($r=0.68$; $p<0.01$), serum ($r=0.66$; $p<0.01$) and blood cells ($r=0.56$; $p<0.05$). As to the winter, these relationships weaken. The coefficient of determination of the strength of nerve processes with phosphorus content indicates that in the summer of 31 to 47 % ($p<0.05$ –0.01) of the content of this element in different blood fractions due to the variability of indicators of the strength of nerve processes. The mobility of nervous processes, regardless of the time of year, was reliably unrelated to the content of inorganic phosphorus in the blood serum of cows ($r=0.08$ –0.34). According to the regression analysis the reliable dependence of phosphorus content in the whole blood of cows on the mobility of nervous processes was not established. Nervous process equilibrium significantly influenced phosphorus content in the blood of cows in winter – $\eta^2_\chi=0.50$ ($p<0.01$) and in blood cells depending on the time of the year within – $\eta^2_\chi=0.36$ –0.40 ($p<0.05$ to 0.01). The determination coefficient of nervous processes intensity connected with phosphorus content indicates that in the summer from 31 to 47 % ($p<0.05$ –0.01) of this element content in different blood fractions is stipulated by the variability of the intensity indicators of nervous processes. The results of multi-factor variance analysis revealed the reliable dependence between the type of higher nervous activity and phosphorus content in the whole blood and blood cells of cows ($F=3.98$ –6.62> $F_{U=3.01}$; $p<0.05$ –0.001). Unlike typological characteristics of the nervous system, the time of year does not have a significant effect on the content of phosphorus in blood cells ($F=0.24$ < $F_{U=4.26}$; $p>0.05$), but has a significant effect on the content of phosphorus in the whole blood ($F=7.03$ > $F_{U=4.26}$; $p<0.05$) and blood serum ($F=11.6$ > $F_{U=4.26}$; $p<0.01$). Analyzing phosphorus content in the blood of cows, a reliable interaction between typological features of the nervous system and the time of the year was not established ($F=0.09$ –0.68< $F_{U=3.01}$; $p>0.05$).

Key words: higher nervous activity, cows, nervous processes, phosphorus.

ВПЛИВ ТИПУ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ВМІСТ ФОСФОРУ У КРОВІ КОРІВ

О. В. Журенко, В. І. Карповський, О. В. Данчук, В. О. Трокоз,

Національний університет біоресурсів та природокористування України, вул. Полковника Потехіна, 16, м. Київ, 03041, Україна

Основними функціональними характеристиками діяльності нервової системи є процеси збудження і гальмування. Метою досліджень було з'ясувати ступінь та характер впливу типологічних особливостей нервової системи на вміст Фосфору в організмі корів. Матеріалом для досліджень слугували зразки крові тварин, отримані з яремної вени зранку до годівлі. Відбір крові проводили двічі на рік, влітку та взимку. Проведені дослідження свідчать, що у тварин з різними типами ВНД вміст Фосфору в різних фракціях крові перебував у фізіологічних межах. Пора року достовірно впливає на вміст Фосфору в цільній крові та її сироватці лише в корів СН типу ВНД. За результатами досліджень вмісту неорганічного Фосфору в сироватці крові корів з різними типами ВНД вміст неорганічного Фосфору в сироватці крові не виходив за фізіологічні межі та становив 4,2–5,1 мг/100 мл. Встановлено, що сила нервових процесів влітку прямо пов'язана з вмістом Фосфору в цільній крові ($r=0,68$; $p<0,01$), сироватці ($r=0,66$; $p<0,01$) та клітинах крові ($r=0,56$; $p<0,05$). Тоді як взимку ці взаємозв'язки послаблюються. Рухливість нервових процесів незалежно від пори року достовірно не взаємопов'язана з вмістом неорганічного фосфору в сироватці крові корів ($r=0,08-0,34$). Урівноваженість нервових процесів достовірно впливала на вміст Фосфору у крові корів взимку – $\eta^2_\chi=0,50$ ($p<0,01$) та у клітинах крові залежно від пори року в межах – $\eta^2_\chi=0,36-0,40$ ($p<0,05-0,01$). Коефіцієнт детермінації сили нервових процесів зі вмістом Фосфору свідчить, що влітку від 31 до 47 % ($p<0,05-0,01$) вмісту елемента в різних фракціях крові зумовлені варіабельністю показників сили нервових процесів. Регресійним аналізом достовірної залежності вмісту Фосфору в цільній крові корів від рухливості нервових процесів не виявлено. У результаті багатофакторного дисперсійного аналізу впливу типу вищої нервової діяльності та пори року на вміст Фосфору у крові корів, встановлено достовірну залежність між типом вищої нервової діяльності та вмістом Фосфору в цільній крові, сироватці крові та клітинах крові корів ($F=3,98-6,62>FU=3,01$; $p<0,05-0,001$).

Аналізуючи вміст Фосфору у крові корів, достовірну взаємодію між типологічними особливостями нервової системи та порою року не доведено ($F=0,09-0,68<FU=3,01$; $p>0,05$).

Ключові слова: типи вищої нервової діяльності, корови, нервові процеси, фосфор.

ВЛИЯНИЕ ТИПА ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СОДЕРЖАНИЕ ФОСФОРА В КРОВИ КОРОВ

Е. В. Журенко, В. И. Карповский, А. В. Данчук, В. А. Трокоз,

Национальный университет биоресурсов и природоиспользования Украины, ул. Полковника Потехина, 16, 03041, г. Киев, Украина

Основными функциональными характеристиками деятельности нервной системы являются процессы возбуждения и торможения. Целью исследований было выяснить степень и характер влияния типологических особенностей нервной системы на содержание фосфора в организме коров. Материалом для исследований послужили образцы крови животных, полученные из яремной вены утром до кормления. Установлено, что сила нервных процессов летом напрямую связана с содержанием фосфора в цельной крови ($r=0,68$; $p<0,01$), сыворотке ($r=0,66$; $p<0,01$) и клетках крови ($r=0,56$, $p<0,05$). Подвижность нервных процессов независимо от времени года достоверно не взаимосвязаны с содержанием неорганического фосфора в сыворотке крови коров ($r=0,08-0,34$). Уравновешенность нервных процессов достоверно оказывала влияние на содержание фосфора в крови коров зимой – $\eta^2_\chi=0,50$ ($p<0,01$) и в клетках крови в зависимости от времени года в пределах – $\eta^2_\chi=0,36-0,40$ ($p<0,05-0,01$). В результате многофакторного дисперсионного анализа взаимовлияния типа высшей нервной деятельности и времени года на содержание фосфора в крови коров установлена достоверная зависимость между типом высшей нервной деятельности и содержанием фосфора в цельной крови, сыворотке крови и клетках крови коров ($F=3,98-6,62>FU=3,01$; $p<0,05-0,001$).

Ключевые слова: типы высшей нервной деятельности, коровы, нервные процессы, фосфор.

Вступ

Відсутність або нестача окремих мінеральних елементів, а також не оптимальне їхнє співвідношення в раціонах призводить до зниження ефективності використання поживних речовин кормів і як наслідок – до зниження продуктивності поголів'я [5]. Мінеральні речовини відіграють велику роль у фізіологічних процесах, розвитку патологічних станів та формуванні адаптаційної відповіді організму тварини [8]. Відомо, що Фосфор впливає на утворення кісток і зубів, є компонентом фосфоліпідів, які дуже важливі в забезпеченні процесів перенесення і метаболізму ліпідів для підтримання структури мембрани клітин, у метаболізмі енергії, для діяльності деяких ферментних систем, а також впливає на обмін вуглеводів [19]. Важко назвати фізіологічну функцію в організмі, у здійсненні якої сполуки фосфорної кислоти не брали би прямої або опосередкованої участі. Усі синтетичні процеси, пов'язані з ростом і утворенням продукції, здійснюються з участю сполук фосфорної кислоти [20]. Фосфор входить до складу нуклеїнових кислот, які є носіями генетичної інформації, регулюють біосинтез білка [12]. Фосфор необхідний для фосфорилування й окиснення багатьох субстратів у процесі обміну речовин, адже вуглеводи, метаболіти білкового й ліпідного обмінів піддаються подальшим перетворенням лише після попереднього фосфорилування. Фосфорна кислота – складова багатьох коензимів, зокрема, коензиму А, коензимів карбоксилування, переамінування [4]. Макроергічні сполуки, серед яких центральне місце займає АТФ, є універсальними донорами й акцепторами енергії, що дає їм змогу забезпечувати всі пов'язані з обміном енергії процеси (АТФ, АДФ, креатинфосфат) [10]. У транспортуванні фосфору значна роль відводиться ізоферменту лужної фосфатази кишечника, який локалізований у глікокаліксі та мембранах посмугованої кайми ентероцитів [9]. Цей фермент каталізує відщеплення фосфатної групи від органічних моноєфірів фосфорної кислоти. Активність лужної фосфатази забезпечує підвищення концентрації аніонів фосфору на мембранах посмугованої кайми, що полегшує вхід фосфору до клітини [2].

Основними функціональними характеристиками діяльності нервової системи є процеси збудження і гальмування [5]. Збудження виявляє прояв умовно-рефлекторної реакції, а гальмування – пригнічення її. Співвідношення цих процесів багато в чому визначає характер поведінки тварин і обумовлює тип вищої нервової діяльності [20]. Найважливіша нервова діяльність складається з генетично обумовлених характеристик нервової системи і змін, що виникли під впливом навколишнього середовища [15]. Вивчення формування вищої нервової діяльності у процесі індивідуального розвитку дає змогу зрозуміти механізми пристосування організму тварин до умов навколишнього середовища та можливості впливу на них [16].

Різні показники основних характеристик коркових процесів у тварин створило передумови створення І. П. Павловим класифікації темпераментів, у яку входить чотири основних типів вищої нервової діяльності (ВНД): 1 – сильний урівноважений рухливий тип, якому притаманні сильні і рухливі процеси збудження й гальмування, що забезпечують оптимальні адаптаційні можливості до умов навколишнього середовища; 2 – сильний урівноважений інертний тип характеризується достатньо сильними процесами збудження і гальмування, але рухливість їх проявлена недостатньо і за певних умов зміна їх проходить повільно; 3 – сильний неуврівноважений тип характеризується тим, що збудження домінує над гальмуванням; 4 – слабкий тип ВНД характеризується слабкістю процесів збудження і гальмування в корі головного мозку [7–8]. Дефіцит мінеральних елементів, який зазвичай є наслідком аліментарної неповноцінності, завдає особливо великих економічних збитків господарствам через масові захворювання тварин, які виникають унаслідок порушення обміну речовин, особливо наприкінці зимового й на початку весняного періоду утримання, що зумовлено диспропорцією в раціонах основних поживних та біологічно активних речовин, зокрема макро- і мікроелементів [9].

Дослідники підтверджують тісний взаємозв'язок мінерального обміну та центральної нервової системи [21]. Проте стосовно регулюючого впливу кори півкуль великого мозку, яка забезпечує найбільш тонке пристосування організму до умов зовнішнього середовища існують лише поодинокі повідомлення [24].

Тому метою досліджень було з'ясувати ступінь та характер впливу типологічних особливостей нервової системи на вміст Фосфору в організмі корів.

Матеріали і методи досліджень

Досліди проводили на коровах української чорно-рябої породи 2–3-ї лактації. Типи ВНД визначали за методикою харчових умовних рефлексів Г. В. Паршутіна та Т. В. Іполітової в модифікації кафедри фізіології, патофізіології та імунології тварин НУБіП України, сутність 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 результатами дослідження умовно-рефлекторної діяльності було сформовано 4 дослідні групи. До першої групи входили тварини сильного врівноваженого рухливого, у другу – сильного врівноваженого інертного, у третю – сильного неврівноваженого, у четверту – слабого типів вищої нервової діяльності.

Матеріалом для досліджень слугували зразки крові тварин, отримані з яремної вени зранку до годівлі. Відбір крові проводили двічі на рік, влітку та взимку. Цільну кров стабілізували за допомогою гепарину, сироватку крові отримували методом відстоювання, а клітини крові – шляхом центрифугування гепаринизованої крові, відбирання плазми та триразового промивання клітин у холодному ізотонічному розчині з подальшим центрифугуванням [3]. У цільній крові, сироватці та клітинах крові визначали вміст Фосфору методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії в полум'яному режимі [7].

Експериментальні дослідження узгоджуються з основними принципами «Європейської конвенції з захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986) та декларації «Про гуманне ставлення до тварин» (Гельсінкі, 2000). Одержані цифрові дані опрацьовували статистично за допомогою прикладного програмного комплексу «Microsoft Office Excel 2013». Визначали середньоарифметичну величину (M), її похибку (m). Ймовірність різниць середніх значень встановлювали за критерієм Стюдента. Зміни показників вважали достовірними при $p < 0,05$ (зокрема $p < 0,01$ і $p < 0,001$). Крім цього проводили кореляційний, регресійний, одно- та двофакторний дисперсійний аналіз отриманих результатів.

Результати досліджень та їх обговорення

Проведені дослідження свідчать, що у тварин з різними типами ВНД вміст Фосфору в різних фракціях крові не виходив за фізіологічні межі. Зокрема, вміст Фосфору в цільній крові корів залежно від типу ВНД та пори року становив 20,6–25,9 мг/100 мл та достовірно різнився у корів з різними типами ВНД (табл.).

Вміст Фосфору у крові корів з різними типами вищої нервової діяльності залежно від пори року, мг/100 мл, $M \pm m$; $n=5$

Субстрат	Тип нервової системи			
	СВР	СВІ	СН	С
Літо				
Цільна кров	25,89±0,37	23,08±1,2	24,17±0,63	22,15±0,25***
Сироватка крові	12,95±0,27	12,9±0,21	12,93±0,48	11,6±0,36
Клітини крові	52,22±1,3	50,93±2,06	48,48±1,04*	47,83±1,07*
Зима				
Цільна кров	24,46±1,28	23,32±0,57	21,12±0,57*	20,6±0,66*
Сироватка крові	11,85±0,1	12,25±0,41	11,33±0,54	10,85±0,71
Клітини крові	51,3±1,12	53,59±1,45	49,68±1,51	46,42±1,11*

Примітка. Достовірні різниці з СВР типом ВНД: $p < 0,05$ – *; $p < 0,01$ – **; $p < 0,001$ – ***.

Незалежно від пори року в корів слабого типу ВНД вміст металу був на 14,4–15,8 % ($p < 0,05$) меншим, ніж у корів СВР типу. Сильному урівноваженому рухливому типу ВНД притаманні сильні й рухливі процеси збудження і гальмування. Він є еталоном за здатністю адаптуватися до мінливих умов навколишнього середовища [13]. Вміст загального Фосфору в сироватці крові корів був 10,9–13,0 мг/100 мл, не виходив за фізіологічні значення та достовірно не різнився в корів з різними типами ВНД.

Встановлено, що вміст Фосфору в клітинах крові корів з СН та слабким типом ВНД влітку був меншим на 7,8–8,4 % ($p < 0,05$) порівняно з показниками корів з СВР типом, а взимку лише в корів зі слабким типом ВНД менше на 9,5 % ($p < 0,05$) відповідно до показників корів з СВР типом.

Пора року достовірно впливає на вміст Фосфору [5] в цільній крові та її сироватці лише в корів СН типу ВНД. У корів з СН типом ВНД вміст Фосфору в цільній крові та сироватці взимку більший на 12,4–12,6 % ($p < 0,05$) від таких показників у теплу пору року. На відміну від цього в корів з іншими типами ВНД відмічено лише відповідну тенденцію.

За результатами досліджень вмісту неорганічного Фосфору в сироватці крові корів з різними ти-

пами ВНД вміст неорганічного Фосфору в сироватці крові не виходив за фізіологічні межі та становив 4,2–5,1 мг/100 мл. Улітку в сироватці крові корів слабого типу ВНД вміст неорганічного Фосфору був на 6,6 % ($p < 0,01$) меншим, ніж за такого в корів СВР типу. Слабкий тип характеризується слабкістю збудження і гальмування в корі великого мозку, внаслідок чого вони повільно адаптуються до мінливих умов існування та часто хворіють [15]. Тоді як взимку ця різниця сягала 12,0 % ($p < 0,001$). Крім цього в холодну пору року в корів СН типу ВНД вміст неорганічного Фосфору в сироватці крові був на 7,0 % ($p < 0,05$) меншим за показники у корів СВР типу.

Потрібно відмітити, що пора року достовірно впливає на вміст неорганічного Фосфору в сироватці крові корів СВІ, СН та слабого типу ВНД [22]. У корів з СВІ, СН та слабким типом ВНД цей показник у сироватці крові взимку був менше відповідно на 5,7 % ($p < 0,05$), 6,7 % ($p < 0,05$) та 12,0 % ($p < 0,001$) від таких показників у теплу пору року. Тоді як у корів з СВР типом ВНД відмічено лише відповідну тенденцію.

Встановлено, що сила нервових процесів улітку прямо пов'язана зі вмістом Фосфору в цільній крові ($r = 0,68$; $p < 0,01$), сироватці ($r = 0,66$; $p < 0,01$) та клітинах крові ($r = 0,56$; $p < 0,05$). Тоді як узимку ці взаємозв'язки послаблюються. Сила нервових процесів узимку прямо пов'язана зі вмістом Фосфору в цільній крові ($r = 0,50$; $p < 0,05$) та клітинах крові ($r = 0,51$; $p < 0,05$).

Відомо, що існує взаємозалежність основних показників коркових процесів у корі головного мозку корів. Сила коркових процесів залежить від їх врівноваженості, зокрема, при збільшенні чи зменшенні сили коркових процесів на 1 ум. од., їх врівноваженість змінюється у тому ж напрямі на 0,62 ум. од. ($p < 0,01$) [11]. Урівноваженість нервових процесів улітку прямо пов'язана з вмістом Фосфору у клітинах крові ($r = 0,60$; $p < 0,01$). Однак взимку врівноваженість нервових процесів взаємопов'язана зі вмістом даного металу лише в цільній крові корів ($r = 0,60$; $p < 0,01$). Рухливість нервових процесів незалежно від пори року достовірно невзаємопов'язана зі вмістом Фосфору в сироватці та клітинах крові корів. Однак влітку рухливість нервових процесів прямо пов'язана зі вмістом Фосфору в цільній крові корів ($r = 0,51$; $p < 0,05$). Результати досліджень свідчать про взаємозв'язок основних характеристик нервових процесів у корів зі вмістом неорганічного фосфору у крові залежно від пори року [15]. Макроелементи відіграють вирішальну роль у підтриманні кислотно-основного балансу, осмотичного тиску, мембранного потенціалу та передачі нервових збуджень [18]. Сила і врівноваженість нервових процесів улітку прямо пов'язана зі вмістом неорганічного фосфору в сироватці крові ($r = 0,60$ – $0,70$; $p < 0,05$ – $0,01$), тоді як узимку ці взаємозв'язки посилюються ($r = 0,75$ – $0,82$; $p < 0,001$). Рухливість нервових процесів незалежно від пори року достовірно невзаємопов'язана зі вмістом неорганічного фосфору в сироватці крові корів ($r = 0,08$ – $0,34$). Рухливість нервових процесів у корів достовірно впливає лише на вміст Фосфору в цільній крові ($\eta^2 = 0,32$ – $0,41$; $p < 0,05$ – $0,01$).

Урівноваженість нервових процесів достовірно впливала на вміст Фосфору у крові корів взимку – $\eta^2 = 0,50$ ($p < 0,01$) та у клітинах крові залежно від пори року в межах – $\eta^2 = 0,36$ – $0,40$ ($p < 0,05$ – $0,01$). Сила нервових процесів у теплу пору року достовірно лімітує вміст Фосфору в цільній крові та сироватці крові корів – $\eta^2 = 0,27$ – $0,48$ ($p < 0,05$ – $0,01$). Тоді як у холодну пору року сила нервових процесів впливала лише на вміст Фосфору у клітинах крові – $\eta^2 = 0,41$ ($p < 0,001$). З'ясовано вплив основних властивостей нервових процесів на вміст неорганічного Фосфору в сироватці крові корів у різні пори року [1]. Сила та врівноваженість нервових процесів достовірно впливає на вміст неорганічного Фосфору в сироватці крові корів найбільше в холодну пору року ($\eta^2 = 0,62$ – $0,68$; $p < 0,001$), ніж у теплу ($\eta^2 = 0,34$ – $0,44$; $p < 0,05$ – $0,01$). Тоді як рухливість нервових процесів достовірно впливає на вміст неорганічного Фосфору в сироватці крові корів тільки взимку – $\eta^2 = 0,33$ ($p < 0,05$).

Отже, сила нервових процесів більшою мірою лімітує вміст Фосфору у крові влітку, тоді як врівноваженість узимку. Рухливість нервових процесів у корів достовірно впливає лише на вміст Фосфору в цільній крові та на вміст неорганічного Фосфору в холодну пору року. Регресійним аналізом встановлено залежність вмісту Фосфору у крові корів від основних характеристик нервових процесів [16]. Незалежно від пори року при зміні сили нервових процесів на одну одиницю, вміст Фосфору в цільній крові та клітинах крові змінюється у такому самому напрямі на 1,29–1,54 мг/100 мл ($p < 0,05$ – $0,001$) та відповідно 2,02–2,14 мг/100 мл ($p < 0,05$). Замість того лише влітку при зміні сили нервових процесів на одну одиницю, вміст Фосфору в сироватці крові та вміст неорганічного фосфору в сироватці крові змінюється в такому самому напрямі на 0,66 мг/100 мл ($p < 0,01$) та 0,14 мг/100 мл ($p < 0,05$) відповідно.

Коефіцієнт детермінації сили нервових процесів зі вмістом Фосфору свідчить, що влітку від 31 до 47 % ($p < 0,05$ – $0,01$) вмісту цього елемента в різних фракціях крові зумовлені варіабельністю показни-

ків сили нервових процесів. На відміну від цього взимку лише 25–26 % ($p < 0,05$) вмісту цього елемента в цільній та клітинах крові корів можуть бути зумовлені силою нервових процесів. При зміні врівноваженості нервових процесів на одну одиницю, вміст Фосфору взимку у клітинах крові та неорганічного фосфору в сироватці крові змінюється в такому самому напрямі на 1,41 мг/100 мл ($p < 0,05$) та 0,25 мг/100 мл ($p < 0,01$), а влітку у клітинах крові та неорганічного фосфору в сироватці крові відповідно на 2,00 мг/100 мл ($p < 0,05$) та 0,15 мг/100 мл ($p < 0,01$). Коефіцієнт детермінації врівноваженості нервових процесів зі вмістом Фосфору свідчить, що незалежно від пори року від 49 до 57 % ($p < 0,01$) варіацій вмісту неорганічного фосфору в сироватці крові корів можуть бути зумовлені врівноваженістю нервових процесів.

Регресійним аналізом достовірної залежності вмісту Фосфору в цільній крові корів від рухливості нервових процесів не встановлено. При зміні рухливості нервових процесів на одну одиницю вміст Фосфору в цільній крові влітку змінюється в такому самому напрямі на 1,06 мг/100 мл ($p < 0,05$) та до 26 % ($p < 0,05$) варіацій вмісту цього елемента в цільній крові корів влітку можуть бути зумовлені врівноваженістю нервових процесів.

За результатами багатофакторного дисперсійного аналізу впливу типу вищої нервової діяльності та пори року на вміст Фосфору у крові корів встановлено достовірну залежність між типом вищої нервової діяльності та вмістом Фосфору в цільній крові, сироватці крові та клітинах крові корів ($F = 3,98 - 6,62 > F_{U = 3,01}$; $p < 0,05 - 0,001$).

На відміну від типологічних характеристик нервової системи пори року не має достовірного впливу на вміст Фосфору у клітинах крові ($F = 0,24 < F_{U = 4,26}$; $p > 0,05$), однак достовірно впливає як на вміст Фосфору у цільній крові ($F = 7,03 > F_{U = 4,26}$; $p < 0,05$) та в сироватці крові ($F = 11,6 > F_{U = 4,26}$; $p < 0,01$).

Відмітимо також достовірний вплив як тону автономної нервової системи, так і пори року на вміст неорганічного фосфору в сироватці крові корів ($F = 20,4 - 41,9 > F_{U = 3,01 - 4,26}$; $p < 0,001$).

При аналізі вмісту Фосфору у крові корів достовірної взаємодії між типологічними особливостями нервової системи та порою року не спостерігалось ($F = 0,09 - 0,68 < F_{U = 3,01}$; $p > 0,05$).

Висновки

Сила нервових процесів насамперед лімітує вміст Фосфору у крові влітку, тоді як врівноваженість узимку. Рухливість нервових процесів у корів достовірно впливає лише на вміст Фосфору в цільній крові та на вміст неорганічного Фосфору в холодну пору року. Регресійним аналізом виявлено залежність вмісту Фосфору у крові корів від основних характеристик нервових процесів. За результатами багатофакторного дисперсійного аналізу впливу типу вищої нервової діяльності та пори року на вміст Фосфору у крові корів встановлено достовірну залежність між типом вищої нервової діяльності та вмістом Фосфору в цільній крові, сироватці крові та клітинах крові корів ($F = 3,98 - 6,62 > F_{U = 3,01}$; $p < 0,05 - 0,001$).

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці сучасних методів та способів корекції вмісту макро- та мікроелементів у крові корів, урахування індивідуальні особливості їхньої нервової системи.

References

1. Bobrytska, O. M., Ugai, K. D., & Karpovsky, V. I. (2018). The bioresonance method of correcting the functional state of the autonomous nervous system in dogs. *Naukovì Dopovidì Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannâ Ukraïni*, 2018 (5). doi: 10.31548/dopovidì2018.05.025.
2. Bubon L., Rogal P. (2009). Fosfor, jogo spoluki ta zahist vid nih. *Nadzvichajna situaciya*, 8, 66–67 [In Ukrainian].
3. Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., Ratich, I. B. (2012). *Laboratory methods of research in biology, livestock and veterinary medicine*. L'viv: SPOLOM.764 [In Ukrainian].
4. Vinogradova, R. P. (2011). Doslidzhennya obminu visokomolekulyarnih fosfornih spoluk. *Ukr. biohim. zhurn*, 83 (3), 113–122 [In Ukrainian].
5. Grushanska, N. G., Yakimchuk, O. M., Cvilihovskij, M. I. (2018). Pokazniki obminu mineralnih rechovin v organizmi svinoatok za profilaktiki mikroelementoziv. *Naukovì dopovidì nubip ukrayini*, 1, 71 [In Ukrainian].
6. Hnoievyi, V. I., Holovko, V. O., Trishyn, O. K., & Hnoievyi, I. V. (2009). *Hodivlia vysokoproduktyvnykh koriv: posibnyk*. Kharkiv: Prapor [In Ukrainian].
7. Danchuk, O. V., Karpovskiy, V. I., Trokoz, V. O., & Postoi, R. V. (2017). Regulation mechanisms of cortisol level in pigs' blood serum under stress. *Fiziol. Zh.*, 63 (6), 60–65. doi: 10.15407/fz63.06.060 [In Ukrainian].

8. Dutchak, A. E. (2008). Fosfor ta jogo vlastivosti. *Nadzvichajna situaciya*, 5, 44–46 [In Ukrainian].
9. Kozlovski, Ya. (2013). Znachennia makro- ta mikroelementiv dlia zdorovia koriv. *Veterynarna praktyka*, 5, 38–40 [In Ukrainian].
10. Kravciv, R. J. (2002). Rol deyakih mikroelementiv u rozvitku anemiyi u vagitnih tvarin. *Naukovij visnik Lvivskoyi derzh. akad. vet. medicini imeni S. Z. Gzhickogo*, 4 (5), 204–211 [In Ukrainian].
11. Karpovskyi, P. V., Karpovskyi, V. V., Trokoz, A. V., Landsman, A. O., Skrypka, V. M., Postoi, R. V., & Karpovskyi, V. I. (2015). Kortyko-vehetatyvni vzaiemyny v rehuliacii fiziologichnykh funktsii orhanizmu svynei. *Biologhiia tvaryn*, 17 (2), 65–73. Retrieved from: <http://aminbiol.com.ua/20152pdf/7.pdf> [In Ukrainian].
12. Levitin, Ye. Ya., Klyuyeva, R. G., & Brizicka, A. M. (2009). *Zagalna ta neorganichna himiya: Vidannya 2-e*. Vinnycya: NOVA KNIGA [In Ukrainian].
13. Sysyuk, Y. O., Karpovskiy, V. I., Zhurenko, O. V., Danchuk, O. V., & Postoy, R. V. (2017). Zmini v vitaminiy lanci antioksidantnoyi sistemi koriv riznih tipiv vishoyi nervo-voyi diyalnosti. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19 (78), 81–85. doi: 10.15421/nvlvet7816 [In Ukrainian].
14. Bertini, I., Gray, H. B., Stiefel, E. I., & Valentine, J. S. (Eds.). (2007). *Biological Inorganic Chemistry*. Sausalito, CA: University Science Books, 1079.
15. Einarsson, S., Brandt, Y., Lundeheim, N., & Madej, A. (2008). Stress and its influence on reproduction in pigs: a review. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 50 (1). doi: 10.1186/1751-0147-50-48.
16. DeFrain, J. M., Socha, M. T., Tomlinson, D. J., & Kluth, D. (2009). Effect of Complexed Trace Minerals on the Performance of Lactating Dairy Cows on a Commercial Dairy. *The Professional Animal Scientist*, 25 (6), 709–715. doi: 10.15232/s1080-7446(15)30779-8.
17. Campbell, G. S., & Norman, J. M. (2012). *An Introduction to Environmental Biophysics*. Springer Science & Business Media.
18. Lee, I. K., Kye, Y. C., Kim, G., Kim, H. W., Gu, M. J., Umboh, J., Umboh, J., & Yun, C.-H. (2016). Stress, Nutrition, and Intestinal Immune Responses in Pigs – A Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29 (8), 1075–1082. doi: 10.5713/ajas.16.0118.
19. Proskura, N., Podlasinska, J., Proskura, W. S., Frost-Rutkowska, A., Dybus, A., & Szydlowski, K. (2016). Concentrations of macroelements and trace elements in milk of Jersey cows. *Indian Journal of Animal Research*, 51 (1), 89–92. doi: 10.18805/ijar.10977.
20. Rey-Crespo, F., Miranda, M., & López-Alonso, M. (2013). Essential trace and toxic element concentrations in organic and conventional milk in NW Spain. *Food and Chemical Toxicology*, 55, 513–518. doi: 10.1016/j.fct.2013.01.040.
21. Ren-ju, S., Hui-li, T., Jian-guo, H., & Xue-jun, G. (2015). Contents of Trace Metal Elements in Cow Milk Impacted by Different Feedstuffs. *Journal of Northeast Agricultural University (English Edition)*, 22 (3), 54–61. doi: 10.1016/s1006-8104(16)30007-1.
22. Rabiee, A. R., Lean, I. J., Stevenson, M. A., & Socha, M. T. (2010). Effects of feeding organic trace minerals on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 93 (9), 4239–4251. doi: 10.3168/jds.2010-3058.
23. Studziński, T., Matras, J., Grela, E. R., Piedra, J. L. V., Truchliński, J., & Tatara, M. R. (2006). *Chapter 16 Minerals: functions, requirements, excessive intake and toxicity. Biology of Nutrition in Growing Animals*, 467–509. doi:10.1016/s1877-1823(09)70103-1.
24. Siciliano-Jones, J. L., Socha, M. T., Tomlinson, D. J., & DeFrain, J. M. (2008). Effect of Trace Mineral Source on Lactation Performance, Claw Integrity, and Fertility of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 91 (5), 1985–1995. doi: 10.3168/jds.2007-0779.

Стаття надійшла до редакції 15.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Журенко О. В., Карповський В. І., Данчук О. В., Трокоз В. О. Вплив типу вищої нервової діяльності на вміст фосфору в крові корів. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 228–534.

*© Журенко Олена Василівна, Карповський Валентин Іванович,
Данчук Олексій Володимирович, Трокоз Віктор Олександрович, 2019*



original article | UDC 638.1:595.42:638.12 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.32

THE INFLUENCE OF VARROASIS INVASION ON LIFE TIME OF APIS MELLIFERA L., 1758 HONEY BEE

O. S. Nazarenko,

ORCID ID: [0000-0002-1318-1256](https://orcid.org/0000-0002-1318-1256), E-mail: nazarenko2810@ukr.net,

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

The sustainable development of agriculture and improvement of food supply to the population is connected with solving the problem of increasing the efficiency of agricultural production at the level of the country, region, and enterprise. An integral part of it is the development of beekeeping, which is especially important in revealing its reserves of increasing the volumes of manufacturing its products and substantiating the ways of more rational using bees in various spheres of human activity. One of the reasons hindering the development of beekeeping is invasion diseases, varroosis among them, the causal agent of which is Varroa destructor Anderson & Trueman, 2000 mite. The research was conducted in the Laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expert Examination at Poltava State Agrarian Academy and on a private apiary of Hrebinka district, Poltava region. According to the results of the research it was found that varroosis invasion has a negative effect on the indices of honey bee (*Apis mellifera* L., 1758) life activity, as well as on preserving the whole bee family, especially during the preparation of bees for winter. With the invasion intensity of one V. destructor mite per bee, the life time of the infested bees was shorter than that of the insects uninfected with mites during the entire study period. Studying the dynamics of bee life time during the season showed a gradual decrease of this index in infested bees from May to September. Thus, in the spring, the life time decreased by 20.35 % (up to 19 days) as compared with uninfected bees. The death of bees was registered beginning from the 12th day of the experiment and up to the 27th day. In the summer period, the life time of infested bees was 12.96 % shorter (up to 19 days) relative to the mite-free bees. The first cases of bee death were also established on the 12th day of the experiment, and on the 26th day 100 % of death cases were detected. During the autumn period, the life time of bees infected with mites was the shortest (up to 16 days), which is 35.24 % less than in uninfected specimens. Bee deaths began to be detected from the 11th day, and 100 % of their deaths were registered on the 24th day of the experiment.

Keywords: Varroa destructor, invasion, honey bee, life time of bees.

ВПЛИВ ВАРРОЗНОЇ ІНВАЗІЇ НА ТРИВАЛІСТЬ ЖИТТЯ МЕДОНОСНОЇ БДЖОЛИ APIS MELLIFERA L., 1758

О. С. Назаренко,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Сталий розвиток сільського господарства й поліпшення постачання населення продовольством пов'язано з розв'язанням проблеми підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва на рівні країни, регіону, підприємства. Складовою її частиною є розвиток галузі бджільництва, яка має самостійне значення з погляду виявлення резервів збільшення обсягів виробництва його продукції й обґрунтування шляхів більш раціонального використання бджіл у різних сферах діяльності людини. Однією з причин, яка стримує розвиток бджільництва, є інвазійні хвороби, серед яких провідне місце займає варрооз, збудником якого є гамазовий кліщ *Varroa destructor* Anderson & Trueman, 2000. Дослідження виконували на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії та в умовах приватної пасіки Гребінківського району Полтавської області. За результатами проведених досліджень виявлено, що варроозна інвазія нега-

тивно впливає на показники життєдіяльності медоносної бджоли (*Apis mellifera* L., 1758), а також на збереження всієї бджолиної сім'ї, особливо в період підготовки бджіл до зими. У разі інтенсивності інвазії один кліщ *V. destructor* на особину, тривалість життя інвазованих бджіл була меншою, ніж у незаражених кліщем комах впродовж усього періоду дослідження. Вивчення динаміки тривалості життя бджіл протягом сезону показало поступове зниження цього показника в інвазованих бджіл з травня по вересень. У весняний період року тривалість життя скоротилася на 20,35 % (до 19 діб) порівняно з незараженими бджолами. Загибель бджіл реєстрували, починаючи з 12 доби експерименту і до 27 доби. У літній період року показник тривалості життя був нижчим у інвазованих бджіл на 12,96 % (до 19 діб) відносно вільних від кліща бджіл. Перші випадки загибелі бджіл встановлювали також на 12 добу експерименту, однак вже на 26 добу виявляли 100 % їх загибель. Упродовж осіннього періоду року показник тривалості життя заражених кліщем бджіл був найкоротшим (до 16 діб), що на 35,24 % менше, ніж у незаражених особин. Загибель бджіл починали виявляти з 11 доби, а 100 % їх загибель встановлено на 24 добу експерименту.

Ключові слова: *Varroa destructor*, інвазія, медоносна бджола, тривалість життя бджіл.

ВЛИЯНИЕ ВАРООЗНОЙ ИНВАЗИИ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ *APIS MELLIFERA* L., 1758

О. С. Назаренко,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

В результате исследований доказано, что варооз негативно влияет на показатели жизнедеятельности медоносной пчелы (*Apis mellifera* L., 1758), а также на сохранение всей пчелиной семьи, особенно в период подготовки пчел к зиме. Изучение динамики продолжительности жизни пчел в течение сезона показало постепенное снижение этого показателя у зараженных пчел с мая по сентябрь. Так, весной продолжительность жизни сократилась на 20,35 % (до 19 дней) по сравнению с незараженными пчелами. Летом показатель продолжительности жизни был ниже у инвазированных пчел на 12,96 % (до 19 дней) относительно свободных от клеща пчел. Осенью показатель продолжительности жизни зараженных клещом пчел был коротким (до 16 дней), что на 35,24 % меньше, чем у незараженных особей.

Ключевые слова: *Varroa destructor*, инвазия, медоносная пчела, продолжительность жизни пчел.

Вступ

Сталий розвиток сільського господарства й поліпшення постачання населення продовольством пов'язано з розв'язанням проблеми підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва на рівні країни, регіону, підприємства. Складовою її частиною є розвиток галузі бджільництва, яка має самостійне значення з погляду виявлення резервів збільшення обсягів виробництва його продукції і обґрунтування шляхів більш раціонального використання бджіл у різних сферах діяльності людини. Бджільництво є окремою галуззю, що утворює якісно однорідну групу господарських одиниць і характеризується відповідними умовами виробництва в системі суспільного розподілу праці, а також виконує певні функції у процесі відтворення. Основними видами продукції бджільництва є: мед, віск, прополіс, перга (пилок), маточне молочко, бджолина отрута тощо. Їхнє значення визначається високою цінністю одержуваної від бджіл продукції. Бджоли також використовуються в запиленні сільськогосподарських культур відкритого та закритого ґрунту [1–5].

Однією з причин, яка стримує розвиток бджільництва, є інвазійні хвороби, серед яких провідне місце займає варооз, збудником якого є гамазовий кліщ *Varroa destructor*. Це вузькоспеціалізований паразит бджіл роду *Apis*, зокрема й медоносної бджоли (*Apis mellifera* L., 1758), який призводить до значних економічних збитків [6–10].

Відомо, що самки кліщів уражають бджолині сім'ї впродовж року та на всіх стадіях її розвитку, живляться гемолімфою бджіл, травмують їхній хітиновий покрив. Унаслідок цього бджолосім'ї за весняно-літній сезон слабшають, погано розвиваються і часто протягом осінньо-зимового періоду гинуть. Загибель бджолосімей від вароозу без проведення лікування може сягати 100 %. За даними багатьох авторів, патогенез вароозу залежить від ступеня інвазії та стану бджолиної сім'ї. Хворі бджолосім'ї зменшують здатність до запилення й медозбору, при цьому продуктивність може знижуватися до 70 % [11–14].

Повідомлення в науковій літературі свідчать про негативний вплив *V. destructor* на термін життя бджіл, унаслідок чого його тривалість може скорочуватися до 30 %. Також варооз може призводити до масової загибелі бджолосімей через їхнє ослаблення, особливо в період зимівлі [15–19].

Зважаючи на вищенаведене, метою наших досліджень було встановити вплив вароозної інвазії на тривалість життя медоносної бджоли. Для досягнення мети необхідно розв'язати наступні *задачі*: визначити вплив збудника вароозу на тривалість життя медоносної бджоли; встановити показники тривалості життя бджіл у різні періоди року.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж 2018 року в умовах приватної пасіки Гребінківського району Полтавської області. Паразитологічні дослідження проводили на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи факультету ветеринарної медицини Полтавської державної аграрної академії.

З метою вивчення впливу *V. destructor* на тривалість життя бджіл у ентомологічні садки відбирали одностатевих бджіл по 15 екз. у кожний садок. Було сформовано дослідну (інвазовані кліщем за II – 1 екз.) і контрольну (вільні від кліща) групи. Упродовж трьох місяців (з травня по вересень) спостерігали тривалість життя бджіл згідно з формулою [20]:

$$T_{ж} = (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n) / N ,$$

де $T_{ж}$ – тривалість життя бджіл;

a_1, a_2, a_3, a_n – кількість живих бджіл після 1-ої, 2-ої, n-ої доби дослідження;

N – кількість бджіл на початку дослідження.

Результати досліджень та їх обговорення

Експериментальне спостереження за показниками тривалості життя бджіл за наявності вароозної інвазії показало, що паразитування *V. destructor* негативно впливає на життєдіяльність медоносної бджоли, призводить до скорочення терміну її життя (рис. 1).

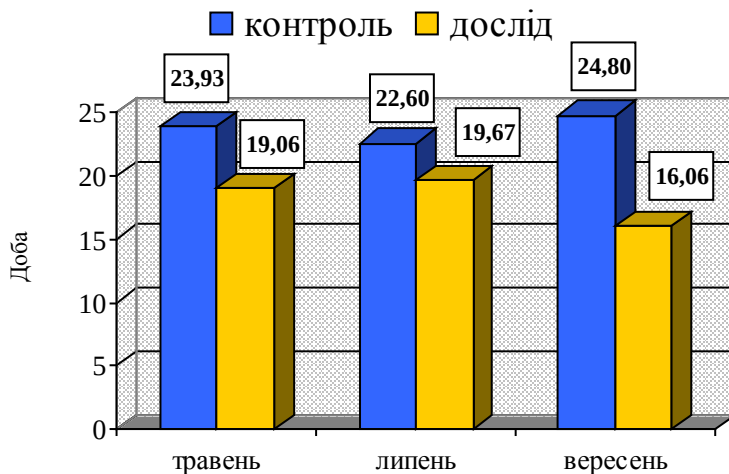


Рис. 1 Тривалість життя бджіл за наявності вароозу

У травні тривалість життя скоротилася на 20,35 % (до 19 діб) порівняно з незараженими бджолами (до 23 діб). У липні показник тривалості життя був нижчим у інвазованих бджіл на 12,96 % (до 19 діб) відносно вільних від кліща (до 22 діб). Упродовж вересня показник тривалості життя заражених кліщем бджіл був найкоротшим (до 16 діб), що на 35,24 % менше, ніж у незаражених особин (до 24 діб).

Вивчення динаміки тривалості життя бджіл протягом сезону показало поступове зниження цього показника у інвазованих бджіл з травня по вересень. Протягом травня в дослідній групі інвазованих бджіл першу загибель однієї особини встановлено на 12 добу експерименту. Надалі наступна загибель бджіл виявлена з 16 до 20 доби. По дві бджоли загинуло на 22 та 24 добу, ще одна – на 25 добу і на 27 добу реєстрували 100 % загибель бджіл. У контролі першу загибель однієї особини встановлю-

вали на 18 добу експерименту. По дві бджоли загинуло на 21, 23 та 24 добу, по три – на 26 та 28 добу і вже на 29 добу 100 % бджіл гинуло. Причому в заражених бджіл тривалість життя була коротшою на 2 доби порівняно з контролем (рис. 2).

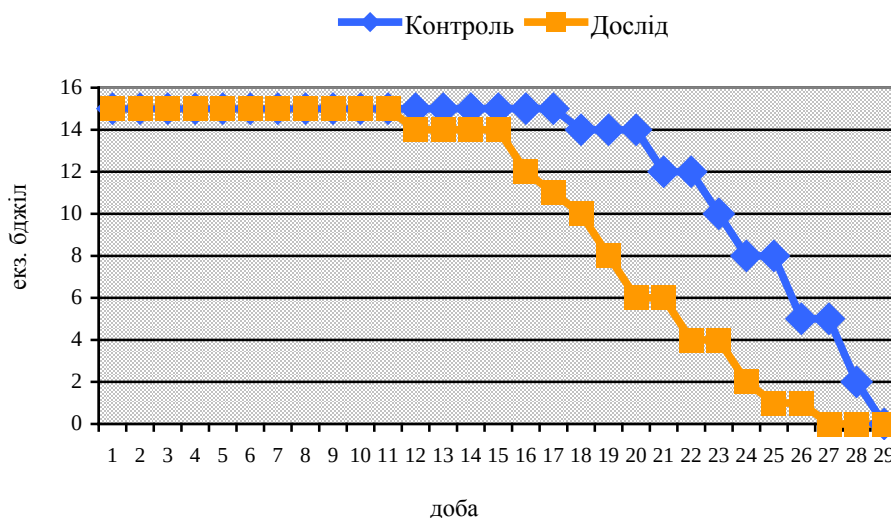


Рис. 2 Показники тривалості життя заражених *V. destructor* і неінвазованих бджіл упродовж травня

Упродовж липня в досліді першу загибель однієї особини встановлено також на 12 добу експерименту. На 16, 19, 20, 22 та 24 добу гинуло по дві бджоли, а на 18 добу – одна особина. Надалі на 26 добу виявляли 100 % загибель бджіл. У неінвазованих бджіл по одній особині загинуло на 17, 18, 21, 27 та 29 добу експерименту. По дві бджоли загинуло на 19, 23, 25, 26 та 28 доби, і 100 % загиблих бджіл встановлено на 29 добу. Водночас у досліді тривалість життя у бджіл була коротшою на 3 доби порівняно з контролем (рис. 3).

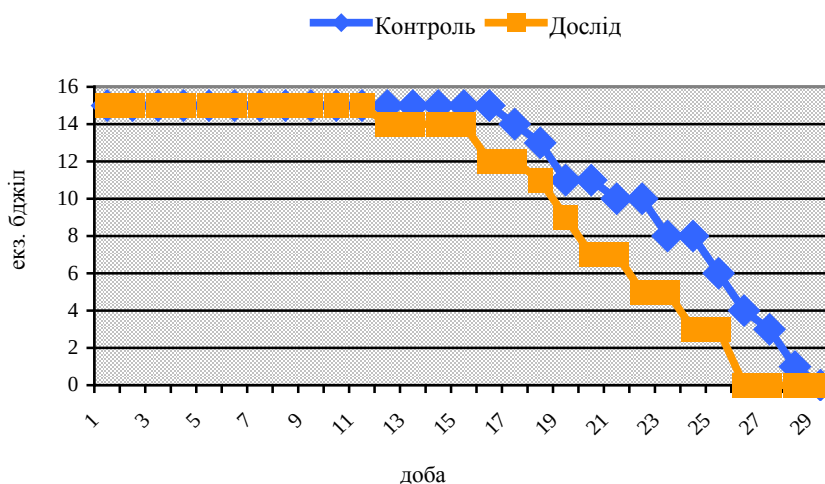


Рис. 3. Показники тривалості життя заражених *V. destructor* і неінвазованих бджіл упродовж липня

Упродовж вересня в заражених бджіл першу загибель однієї особини встановлено раніше, ніж у попередні місяці – на 11 добу експерименту. Надалі на 13, 16, 20, 22 та 24 добу гинуло по одній бджолі, а протягом 17–19 діб – по дві особини. Тільки на 14 добу експерименту зареєстровано загибель трьох бджіл. Відзначено, що 100 % загибель бджіл у досліді наступала на 24 добу. У контролі тривалість життя бджіл була значно довшою (на 7 діб) порівняно з дослідною групою. По одній особині загинуло впродовж 19–20, 22–24, 30–31 діб та на 28 добу експерименту. По дві особини загинуло на 27 та 29 добу, три – на 26 добу. Повну загибель бджіл встановлено на 31 добу (рис. 4).

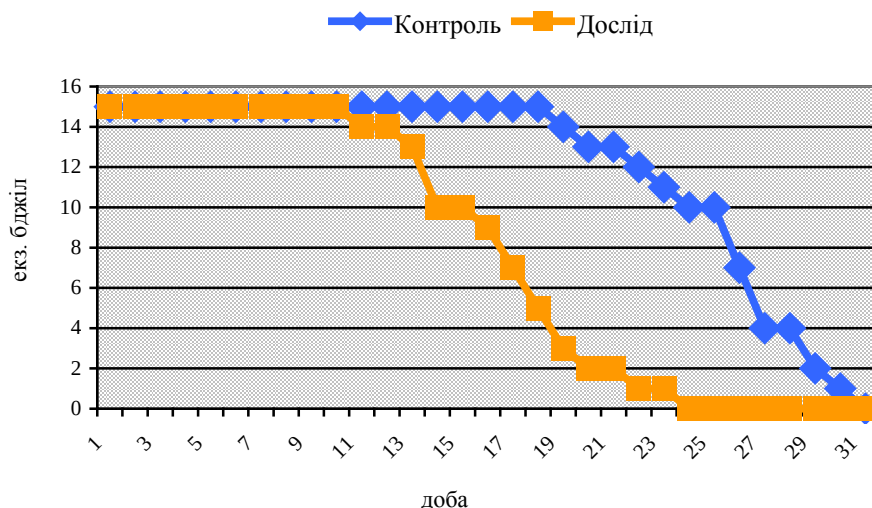


Рис. 4 Показники тривалості життя заражених *V. destructor* і неінвазованих бджіл упродовж вересня

Визначення тривалості життя бджіл є важливим показником життєздатності бджолиної сім'ї як цілісної біологічної одиниці, що є основою її успішного розвитку. Відомо, що на тривалість життя бджіл впливає багато факторів, зокрема й інфекційні та інвазійні захворювання, з останніх – найбільш розповсюджена в усіх країнах світу хвороба – варооз [8, 21]. За результатами проведених досліджень встановлено, що паразитування кліщів *V. destructor* негативно впливає на тривалість життя інвазованих бджіл, скорочуючи її до 35,24 %. З'ясовано, що впродовж травня-вересня цей показник коливався і був найкоротшим у вересні – до 16 діб порівняно з неінвазованими бджолами (24 доби). Отримані дані узгоджуються з результатами окремих авторів, які виявляли скорочення тривалості життя бджіл, інвазованих кліщем. Причому науковці вказують, що збільшення екстенсивності інвазії у вересні до 15,61 % призводить до зниження тривалості життя інвазованих бджіл на 30,4 % [15].

Висновки

Експериментально доведено, що варооз негативно впливає на показники тривалості життя медоносної бджоли. У разі інтенсивності інвазії один кліщ *V. destructor* на особину, тривалість життя інвазованих бджіл скорочувалася на 12,96–35,24 %. Динаміка показників життєздатності бджіл протягом весняно-осіннього періоду року вказує на поступове зниження тривалості життя в інвазованих бджіл з травня по вересень, що негативно впливає на збереження всієї бджолиної сім'ї, особливо в період підготовки їх до зимівлі.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується вивчення впливу *Varroa destructor* на стан жирового тіла медоносної бджоли.

References

1. Abdulai, A. M., & Abubakari, M. (2012). Technical efficiency of beekeeping farmers in Tolon-Kumbungu district of Northern region of Ghana. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 4 (11), 304–310.
2. Masuku, M. B. (2013). Socioeconomic analysis of beekeeping in Swaziland: A case study of the Manzini Region, Swaziland. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 5, 236–241. doi: 10.5897/JDAE2013.002.
3. Vanengelsdorp, D., & Meixner, M. D. (2010). A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103 (1), S80–95. doi:10.1016/j.jip.2009.06.011.
4. Carreck, N., & Williams, I. (1998). The economic value of bees in the UK. *Bee World*, 79 (3), 115–123. doi: 10.1080/0005772X.1998.11099393.
5. Lee, H., Sumner, D. A., & Champetier, A. (2019). Pollination Markets and the Coupled Futures of Almonds and Honey Bees: Simulating Impacts of Shifts in Demands and Costs. *American Journal of*

Agricultural Economics, 101 (1), 230–249. doi: 10.1093/ajae/aay063.

6. Akimov, I. A., Benedyk, S. V., & Zaloznaya, L. M. (2004). Complex analysis of morphological characters of gamasid mite *Varroa destructor* (Parasitiformes, Varroidae). *Vestnik Zoologii*, 38 (5), 57–66.

7. Boecking, O. & Genersch, E. (2008). Varroosis – the ongoing crisis in bee keeping. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 3, 221–228. doi: 10.1007/s00003-008-0331-y.

8. Dahle, B. (2010). The role of *Varroa destructor* for honey bee colony losses in Norway. *Journal of Apicultural Research & Bee World*, 49, 124–125. doi: 10.3896/IBRA.1.49.1.26.

9. Rosenkranz, P., Aumeier, P. & Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 96–119. doi: 10.1016/j.jip.2009.07.016.

10. Nazzi, F., & Le Conte, Y. (2016). Ecology of *Varroa destructor*, the major ectoparasite of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Annual Review of Entomology*, 61, 417–432. doi: 10.1146/annurev-ento-010715-023731.

11. Wantuch, H. A., & Tarpy, D. R. (2009). Removal of drone brood from *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and retain adult drones. *Journal of Economic Entomology*, 102 (6), 2033–2040. doi: 10.1603/029.102.0603.

12. Llorens-Picher, M., Higes, M., Martín-Hernández, R., De la Rúa, P., Muñoz, I., Aidoo, K., Bempong, E. O., Polkuraf, F., & Meana, A. (2017). Honey bee pathogens in Ghana and the presence of contaminated beeswax. *Apidologie*, 48 (6), 732–742. doi: 10.1007/s13592-017-0518-2.

13. Zaobidna, E. A., Żółtowska, K., & Łopieńska-Biernat, E. (2017). *Varroa destructor* induces changes in the expression of immunity-related genes during the development of *Apis mellifera* worker and drone broods. *Acta Parasitologica*, 62 (4), 779–789. doi:10.1515/ap-2017-0094.

14. Tesovnik, T., Cizelj, I., Zorc, M., Čitar, M., Božič, J., Glavan, G., & Narat, M. (2017). Immune related gene expression in worker honey bee (*Apis mellifera carnica*) pupae exposed to neonicotinoid thiamethoxam and *Varroa* mites (*Varroa destructor*). *PLoS One*, 12 (10), e0187079. doi: 10.1371/journal.pone.0187079.

15. Nemkova, S. N. (2003). Sostojanie zhirovogo tela i prodolzhitel'nost' zhizni medonosnyh pchël (*Apis mellifera*), invazirovanyh *Varroa jacobsoni*. *Vestnik Zoologii*, 37 (2), 81–84 [In Russian].

16. Genersch, E., Von der Ohe, W., Kaatz, H., Schroeder, A., Otten C., Büchler, R., Berg, S., Ritter, W., Mühlen, W., Gisder, S., Meixner, M., Liebig, G., & Rosenkranz, P. (2010). The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie*, 41, 332–352. doi: 10.1051/apido/2010014.

17. Ramsey, S. D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J. D., Cohen, A., Lim, D., Joklik, J., Cicero, J. M., Ellis, J. D., Hawthorne, D., & van Engelsdorp, D. (2019). *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116 (5), 1792–1801. doi: 10.1073/pnas.1818371116.

18. Kralj, J., & Fuchs, S. (2006). Parasitic *Varroa destructor* mites influence flight duration and homing ability of infested *Apis mellifera* foragers. *Apidologie*, 37, 577–587. doi: 10.1051/apido:2006040.

19. Anderson, D. L., & East, I. J. (2008). The latest buzz about colony collapse disorder. *Science*, 319 (5864), 724–725. doi: 10.1126/science.319.5864.724c.

20. Smirnov, A. M., & Strojkov, S. A. (1977). Obezrazhivanie pyl'cy i ocenka ejo pitatel'noj cennosti. *Veterinarija*, 8, 41–45 [In Russian].

21. Krahotin, N. F. (1993). Cennost' belkovogo korma. *Pchelovodstvo*, 3, 17 [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 15.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Назаренко О. С., Вплив вароозної інвазії на тривалість життя медоносної бджоли *Apis mellifera* L., 1758. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 235–240.

© Назаренко Олександр Сергійович, 2019

original article | UDC 636.2.09:616.995.132:615.015.4 |
doi: 10.31210/visnyk2019.03.33

THE THERAPEUTIC EFFECTIVENESS OF KLOZAPHEN AND CLOSERVERON AT COW DICROCELIOSIS-STRONGYLOSIS INVASION

O. V. Kruchynenko,

ORCID ID: [0000-0003-3508-0437](https://orcid.org/0000-0003-3508-0437), E-mail: oleg.kruchynenko@pdaa.edu.ua,

S. M. Mykhailiutenko,

ORCID ID: [0000-0001-6634-1244](https://orcid.org/0000-0001-6634-1244), E-mail: sv_81@ukr.net,

O. S. Klymenko,

ORCID ID: [0000-0001-6257-5641](https://orcid.org/0000-0001-6257-5641), E-mail: oleksandr.klymenko@pdaa.edu.ua,

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

*Dicrocoeliosis and gastrointestinal strongylatosis are among the most widespread ruminant helminthoses in Ukraine and in the world. These cattle diseases are caused by trematodes of *Dicrocoelium dendriticum* and nematodes of the Strongylida line. Quite often, these helminthes parasitize in the form of mixed invasion, causing significant economic losses to farms. At present, there are a large number of publications on parasites' resistance to various groups of anti-helminthic preparations. The largest number of the former ones is devoted to helminthoses of the gastrointestinal tract. The article presents the results of studies as to determining the species composition of gastrointestinal strongylata in cows at the state enterprise experimental farm "Chervonyi zemlerob", as well as comparing the effectiveness of Clozaphen and Closiveron for dicrocoeliosis-strongylatosis invasion. Coproovoscopic studying and determining eggs in 1 g of feces were conducted by the method of V. N. Trach. In order to determine the species composition of strongylates, feces (50 g from each animal) were selected and subsequently cultured in a thermostat at the temperature of 27 °C for 10 days. According to the study results the animals on this farm were infested with nematodes of the Strongylida line: *Haemonchus* (Rudolphi, 1803), *Bunostomum* (Railliet, 1902), and *Oesophagostomum* (Rudolphi, 1803). *Hemonchuses* dominated (EI=80.0 %). To conduct the experiment, 2 experimental and 1 control groups of cows 3–8 years of age were formed at the state enterprise experimental farm "Chervonyi zemlerob", which were given a single dose of Clozaphen and Closiveron preparations. Feces were selected for analysis on the 30th and 60th days after dehelminthization. Prior to the treatment of animals, it was found that all cows had eliminated eggs of gastrointestinal Strongylata and *Dicrocoelium dendriticum* (prevalence = 100 %). According to the results of the studies, the therapeutic effectiveness of Clozaphen and Closiveron for gastrointestinal strongylatosis was 100 % on the 30th day of the experiment, while it was 85.0 % and 90.0 % for dicrocoeliosis, respectively. The intensive effectiveness of the preparations made 82.8 % and 87.6 %.*

Key words: *Dicrocoelium lanceatum*, *Haemonchus*, *Bunostomum*, *Oesophagostomum*, cattle, effectiveness, antihelminthics.

ТЕРАПЕВТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КЛОЗАФЕНУ Й КЛОЗІВЕРОНУ ЗА ДИКРОЦЕЛІОЗНО-СТРОНГІЛЯТОЗНОЇ ІНВАЗІЇ КОРІВ

О. В. Кручиненко, С. М. Михайлютенко, О. С. Клименко,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

*Дикроцеліоз і шлунково-кишкові стронгілятози належать до найпоширеніших гельмінтозів жуйних тварин в Україні та світі. Захворювання у великої рогатої худоби викликається трематодами *Dicrocoelium dendriticum* та нематодами ряду Strongylida. Досить часто вказані гельмінти паразитують у вигляді змішаної інвазії, завдаючи значних економічних збитків господарствам. На сьогодні існує*

значна кількість публікацій щодо резистентності паразитів до різних груп антигельмінтиків. Найбільша їх кількість присвячена саме гельмінтозам шлунково-кишкового тракту. В статті наведені результати досліджень щодо визначення видового складу шлунково-кишкових стронгілят у корів ДП ДГ «Червоний землероб», а також порівняння ефективності клозафену й клозіверону за дикроцелиозно-стронгілятозної інвазії. Копроовоскопічні дослідження і визначення яєць в 1 г фекалій проводили за методом В. Н. Трача. З метою визначення видового складу стронгілят відібрано фекалії (50 г від кожної тварини) і в подальшому здійснено їх культивування у термостаті за температури 27°C упродовж 10 діб. За результатами роботи з'ясовано, що у тварин даного господарства паразитували нематоди ряду Strongylida: *Haemonchus* (Rudolphi, 1803), *Bunostomum* (Railliet, 1902) і *Oesophagostomum* (Rudolphi, 1803). Домінували гемонхуси (ЕІ=80,0 %). Для проведення дослідів з метою визначення ефективності препаратів, в умовах ДП ДГ «Червоний землероб», було сформовано 2 дослідні й 1 контрольна групи корів віком 3–8 років, яким задавали однократно лікарські засоби клозафен і клозіверон. Фекалії відбирали до застосування препаратів, на 30-ту й 60-ту доби після дегельмінтизації. До проведення експерименту всі корови виділяли яйця дикроцелій та шлунково-кишкових стронгілят (ЕІ=100 %). За результатами досліджень встановлено, що на 30 добу дослідів терапевтична ефективність клозафену й клозіверону за шлунково-кишкових стронгілятозів склала 100 %, в той час як за дикроцелиозу, відповідно, 85,0 % і 90,0 %. ІЕ препаратів становить 82,8 % і 87,6 %.

Ключові слова: *Dicrocoelium lanceatum*, *Haemonchus*, *Bunostomum*, *Oesophagostomum*, велика рогата худоба, ефективність, антигельмінтики.

ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КЛОЗАФЕНА И КЛОЗИВЕРОНА ПРИ ДИКРОЦЕЛИОЗНО-СТРОНГИЛЯТОЗНОЙ ИНВАЗИИ КОРОВ

О. В. Кручиненко, С. Н. Михайлютенко, А. С. Клименко,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

В статье приведены результаты исследований по определению видового состава стронгий органов пищеварения у коров из хозяйства ДП ДГ «Червоний землероб», а также сравнение эффективности клозафена и клозиверона при дикроцелиозно-стронгийтозной инвазии. Результатами исследования установлено, что у коров данного хозяйства паразитировали нематоды из отряда Strongylida: *Haemonchus* (Rudolphi, 1803), *Bunostomum* (Railliet, 1902) и *Oesophagostomum* (Rudolphi, 1803). Доминировали гемонхусы (ЭИ=80,0 %). Установлено, что на 30 сутки эксперимента терапевтическая эффективность клозафена и клозиверона при стронгийтозах органов пищеварения составляет 100 %, а при дикроцелиозе, соответственно, 85,0 % и 90,0 %. ИЭ препаратов при дикроцелиозе составляет 82,8 % и 87,6 %.

Ключевые слова: *Dicrocoelium lanceatum*, *Haemonchus*, *Bunostomum*, *Oesophagostomum*, крупный рогатый скот, эффективность, антигельминтики.

Вступ

За даними В. М. Івашкіна й С. А. Мухамадієва (1981), у великої рогатої худоби зареєстровано 110 видів гельмінтів, представників чотирьох класів: трематоди (11 видів), цестоди (12 видів), акантоцефали (1 вид) й нематоди (86 видів) [6].

За гельмінтологічного обстеження у різних природно-кліматичних зонах зокрема були виявлені: трематоди – *Fasciola* spp., *D. lanceatum*, *Paramphistomum* spp.; цестоди – *M. expansa*, *M. benedeni*; нематоди – *Strongyloides papillosus*, *Ostertagia ostertagi*, *Nematodirus spathiger*, *Chabertia ovina*, *Toxocara vitulorum*, *Trichuris* spp. та найпростіші *Eimeria* spp. [10, 11, 17, 18, 20].

У господарствах Миколаївської області у великої рогатої худоби зареєстровано паразитування трематоди *Dicrocoelium lanceatum* (Stiles & Hassall, 1896) [3].

У 4 областях зони Полісся у жуйних встановлено паразитування нематод родів: *Trichstrongylus* (Cobbold, 1879), *Haemonchus* (Rudolphi, 1803), *Cooperia* (Railliet, 1889), *Oesophagostomum* (Rudolphi, 1803), *Nematodirus* (Railliet, 1896), *Ostertagia* (Stiles, 1892) й *Bunostomum* (Railliet, 1902) [13].

Результатами проведених досліджень на території Дніпропетровської області з'ясовано, що у овець і кіз серед нематод ряду Strongylida паразитують: *Muellerius* spp., *Protostrongylus* spp., *Haemonchus contortus*, *Nematodirus* spp. З-поміж трематод реєстрували *Fasciola hepatica* та *Dicrocoelium lanceatum*. Домінуючим видом копитних була нематода *H. contortus* [4].

У світовій літературі за останні 10 років з'явилась значна кількість публікацій щодо резистентності паразитів до антигельмінтиків, особливо у разі застосування препаратів з однією діючою речовиною. Науковцями було проведено порівняння ефективності чотирьох лікарських засобів (альбендазолу, нетобіміну, клозантелу й оксиклозаніду) за *Calicophoron (Paramphistomum) daubneyi*. Результатами дослідження з'ясовано, що жоден із препаратів не забезпечив 100 % ефективності, трематоди продовжували виділяти яйця з фекаліями. Найкращі результати показали клозантел й оксиклозанід [16].

Метою дослідження було з'ясувати терапевтичну ефективність антигельмінтиків за дикроцеліозно-стронгілятозної інвазії корів.

Завданням досліджень стало визначити видовий склад шлунково-кишкових стронгілят, що паразитують у тварин даного господарства; встановити екстенсивність та інтенсивність клозафену й клозіверону хворих на дикроцеліоз і стронгілятози органів травлення корів.

Матеріали і методи досліджень

Досліди проводили упродовж червня-серпня 2019 року на базі наукової лабораторії паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. Всього досліджено 50 голів корів віком від 3 до 8 років. У ДП ДГ «Червоний землероб» с. Чарівне, Бобринецького району, Кіровоградської області були відібрані проби фекалій у кількості 50 г від кожної тварини. Екстенсивність та інтенсивність інвазії яйцями дикроцелій і шлунково-кишкових стронгілят встановлювали за В. Н. Трачем [15].

Диференціювання стронгілят до роду проводили за інвазійними личинками після їх культивування у термостаті. Ідентифікацію личинок до роду здійснювали за П. А. Поляковим (1953). Вирощування личинок проводили методом А. М. Петрова й В. Г. Гагаріна (1953). Проби фекалій (10 г) клали у склянки або чашки Петрі, злегка зволожували 0,1 % водним розчином стрептоциду. Посуд з пробями фекалій закривали марлею й ставили у термостат за температури 27 °C на 7–10 днів. За цей період фекалії періодично зволожували 0,1 % водним розчином стрептоциду [7]. Личинки, що сформувалися в яйцях стронгілят, вилуплювалися, росли, розвивалися і двічі линяли (утворювали два чохлики). Через 7–10 днів проби ставили в апарат і проводили дослідження за способом кількісного гельмінтоларвоскопічного дослідження за О. В. Кручиненком та ін. (2017) [9]. Личинки опускалися на дно апарату, згодом наносили на предметне скельце по три краплі. Оскільки личинки рухомі, то їх знерухомлювали. Для цього до краплі досліджуваної рідини додавали 1 краплю 0,1 % розчину йоду або краплю оцтової льодяної кислоти. Після знерухомлення, краплі накривали покривними скельцями й проводили мікроскопію. У личинок вивчали загальну форму, розміри тіла, форму і кількість кишкових клітин, а також форму й величину хвостового кінця (без чохлика і в чохлику) [14].

У подальшому тварин розділили на три групи: перша й друга дослідні (n=20) та контрольну (n=10). Коровам першої дослідної групи застосовували «Клозафен» у формі таблеток виробництва НВФ «Бровафарма» контроль 003. Серія 091805. Препарат тваринам задавали з 9 до 12 години дня, вимушено через рот у дозі 5 г на 200 кг маси тіла однократно. В 1 г препарату міститься: оксиклозанід – 375,0 мг; фенбендазол – 225,0 мг та допоміжні речовини. Після застосування «Клозафену» забій на м'ясо дозволяється через 14 днів, молоко – дві доби.

Худобі другої дослідної групи застосовували «Клозіверон» виробництва ТОВ BioTestLab контроль АВ057680115. Серія 4301. Лікарський засіб тваринам вводили підшкірно у дозі 1 мл/50 кг маси тіла однократно (1 см³ препарату містить діючі речовини: івермектин – 8 мг, клозантел – 100 мг). Після застосування «Клозіверону» забій на м'ясо – 28 днів.

Терапевтичну ефективність клозафену таблеток і клозіверону визначали за даними копроовоскопічних досліджень тварин дослідних і контрольної груп через 30 та 60 діб після дегельмінтизації.

Розрахунок середньо-арифметичного та стандартну помилку середнього проводили за допомогою комп'ютерної програми MS Excel 2007 [12].

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених копроовоскопічних досліджень встановлено, що у корів ДП ДГ «Червоний землероб» с. Чарівне, Бобринецького району, Кіровоградської області паразитували трематоди *Dicrocoelium lanceatum* (Stiles & Hassall, 1896) та нематоди, що належать до ряду Strongylida (рис. 1). Після проведення культивування фекалій у термостаті та вирощуванні личинок нами з'ясовано, що у корів паразитували нематоди (рис. 2, 3) родів: *Haemonchus* (Rudolphi, 1803), *Bunostomum* (Railliet, 1902) і *Oesophagostomum* (Rudolphi, 1803). В процесі роботи встановлено, що чисельність гемонхусів у даному господарстві становила 80,0 %.



Рис. 1. Яйця дикроцелій (а) і шлунково-кишкових стронгілят (б). Зб. х 150



Рис. 2. Інвазійні личинки роду *Haemonchus* (а) і *Bunostomum* (б)

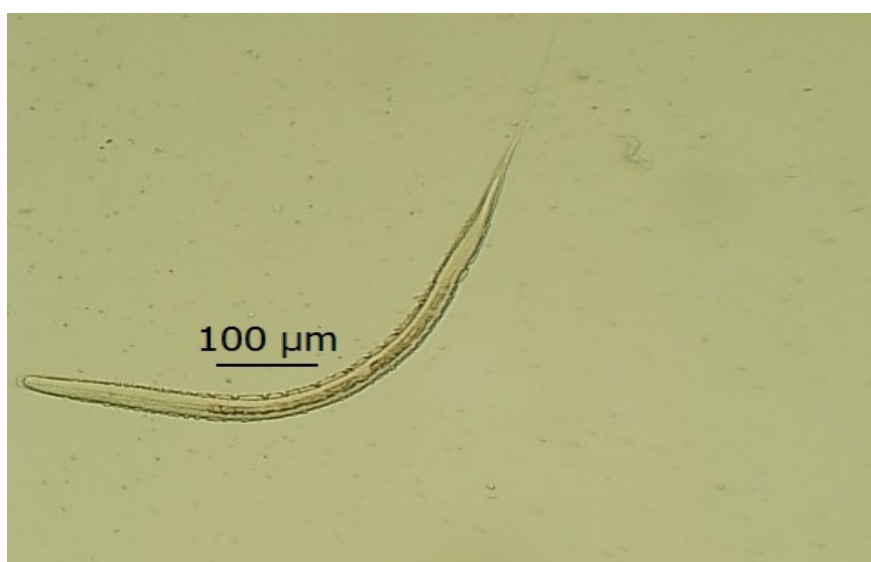


Рис. 3. Інвазійна личинка роду *Oesophagostomum*

До дегельмінтизації ураженість тварин першої, другої дослідних та контрольної груп дикроцеліями й стронгілятами органів травлення становила 100 % (таб. 1).

1. Ефективність «Клозафену» й «Клозіверону» за дикроцеліозно-стронгілятозної інвазії у корів

Групи тварин	До застосування препаратів		Через 30 діб після дегельмінтизації		Через 60 діб після дегельмінтизації	
	ЕІ, %	ІІ, екз. в 1 г	ЕІ, %	ІІ, екз. в 1 г	ЕІ, %	ІІ, екз. в 1 г
I дослідна Д Стр. (n=20)	100	21,3±2,9 170,0±12,3	15,0 0	5,1±1,3 0±0	40,0 25,0	11,4±1,9 46,7±4,7
II дослідна Д Стр. (n=20)	100	19,2±2,1 145,0±11,3	10,0 0	3,6±1,1 0±0	30,0 20,0	11,1±2,2 66,6±9,8
Контрольна (n=10)	100	17,4±2,1 165,0±11,9	100	22,7±2,8 185,0±13,3	100	25,1±3,2 215,0±15,9

Примітки: Д – дикроцелії, Стр. – шлунково-кишкові стронгіляти.

Після застосування клозафену у тварин першої дослідної групи ЕІ дикроцеліями знизилася до 15,0 % (ІІ=5,1±1,3 екз. яєць в 1 г фекалій), в той час як яєць шлунково-кишкових стронгілят не реєстрували. Через 60 діб екстенсивність інвазії дикроцеліями зросла до 40,0 %, а інтенсивність інвазії 11,4±1,9 екз. яєць в 1 г фекалій. На 60 добу експерименту після дегельмінтизації тварин клозафеном виявляли яйця шлунково-кишкових стронгілят у 25,0 % з ІІ 46,7±4,7 екз. яєць в 1 г.

Після лікування корів клозівероном ЕІ дикроцеліозної інвазії знизилася до 10,0 %, а ІІ, відповідно, до 3,6±1,1 екз. яєць в 1 г. На 30 добу досліду яєць шлунково-кишкових стронгілят не виявляли. Через 60 діб після дегельмінтизації тварин клозівероном ЕІ дикроцеліями й шлунково-кишковими стронгілятами зростала до 30,0 й 20,0 %, відповідно. Це пов'язано з тим, що ефективність випробуваних нами препаратів була низькою щодо ювенальних форм *Dicrocoelium lanceatum*.

У тварин контрольної групи ураженість залишалася на рівні 100 %. Проте кількість яєць дикроцелій зростала на 30 добу до 22,7±2,8, а на 60 – 25,1±3,2 екземпляр в грамі. Така ж тенденція спостерігалася й відносно яєць шлунково-кишкових стронгілят: на 30 добу до 185,0±13,3, а на 60 добу, відповідно, 215,0±15,9 екз. яєць в 1 г.

Дослідженнями встановлено, що на 30 добу експерименту терапевтична ефективність клозафену й клозіверону за шлунково-кишкових стронгілятозів склала 100 %, в той час як за дикроцеліозу, відповідно, 85,0 % і 90,0 %. ІЕ антигельмінтиків становила 82,8 % і 87,6 %.

Наші дані щодо терапевтичної ефективності клозафену за дикроцеліозно-стронгілятозної інвазії у корів відрізняються від результатів досліджень інших науковців, які вивчали ефективність даного препарату за фасціольозно-стронгілятозної інвазії у великої рогатої худоби. Зокрема, автори застосовували клозафен таблетки у дозі 5 г на 150 кг маси тіла й отримали 100 % ефективність [5]. У наших дослідженнях клозафен проявляв 100 % ефективність лише за шлунково-кишкових стронгілятозів, а за дикроцеліозу – 85,0 %.

Науковці проводили дослідження щодо ефективності препаратів із діючими речовинами оксиклозанід і клонантел за дикроцеліозу великої рогатої худоби [1]. Наші дані збігаються із результатами авторів, оскільки жоден із антигельмінтиків не забезпечував 100 % ЕЕ та ІЕ за дикроцеліозу.

Автори з Данії вказують на зниження ефективності івермектину за шлунково-кишкових стронгілятозів, що пов'язано з тривалим застосуванням даного препарату тваринам [19].

За даними Л. М. Корчана, всі препарати групи макролідів, за одноразового введення, забезпечували 100 % ефективність за паразитування шлунково-кишкових стронгілятозів у кіз [8]. Що підтверджується результатами наших досліджень, так препарат Клозіверон, який містить у своєму складі клонантел й івермектину показував 100 % ефективність за шлунково-кишкових стронгілятозів.

Висновки

З'ясовано, що у корів ДП ДГ «Червоний землероб» с. Чарівне, Бобринецького району, Кіровоградської області паразитують трематоди *Dicrocoelium lanceatum*, а із ряду *Strongylida*, нематоди, що відносяться до родів: *Haemonchus*, *Bunostomum* і *Oesophagostomum*. Найбільш чисельними представни-

ками шлунково-кишкових стронгілат є гемонхуси.

Клозафен і клозіверон на 30 добу після їх застосування коровам за шлунково-кишкових стронгілатозів забезпечували 100 % екстенс- та інтенсефективність. ЕЕ та ІЕ клозафену на 30 добу після дегельмінтизації тварин за дикроцеліозу становить 85,0 % і 82,8 %, а клозіверону, відповідно, 90,0 % та 87,6 %.

Перспективи подальших досліджень. Встановити резистентність гельмінтів у жуйних до антигельмінтиків різних груп за допомогою FECR-тесту.

References

1. Arhipov, I. A., Koshevarov, N. I., Musaev, M. B., Mihajlicyn, F. S., Varlamova, A. I., Glamazdin, I. I., Abramova, E. V., Glazev, E. N., Gulyaev, A. S., Zakirova, S. Z., & Kozlov, S. A. (2013). Effektivnost antigelmintikov protiv trematod raznogo vozrasta. *Teoriya i Praktika Parazitarnyh Boleznej Zhivotnyh*, 14, 30–35 [In Russian].
2. Bajsarova, Z., & Ajshanov, S. (2016). Zakonomernosti formirovaniya parazitocenzov u krupnogo rogatogo skota na stojlovom i pastbishnom rezhime soderzhaniya. *Russian Journal of Parasitology*, 2, 131–134. doi: 10.12737/20054 [In Russian].
3. Bilopolska, T. P. (2010). Epizootologhiia dykrotseliozu velykoi rohatoi khudoby u Mykolaivskii oblasti. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannya Ukrainy*, 151 (2), 19–22 [In Ukrainian].
4. Boyko, A. A. (2015). Gel'mintofauna ovets i koz Dnepropetrovskoy oblasti. *Visnik Dnìpropetrovs'kogo unìversitetu. Seriâ Biologîâ, medicina*, 6 (2), 87–92. doi: 10.15421/021516 [In Ukrainian].
5. Gricik, A. B., & Berezovskij, A. V. (2016). Issledovaniya effektivnosti antigelmintika «Klozafen» pri fascioleznno-strongilyatoznoj invazii u krupnogo rogatogo skota. *Parazitarnye sistemy i parazitocenozy zhivotnyh : materialy V nauchno-prakticheskoy konferencii Mezhdunarodnoj associacii parazitocenzologov*. Vitebsk: VGAVM [In Russian].
6. Ivashkin, V. M., & Muhamadiev S. A. (1981). *Opredelitel gelmintov krupnogo rogatogo skota*. Nauka: Moskva [In Russian].
7. Korchan, L. M., & Korchan, M. I. (2012). Porivniannia efektyvnosti sposobiv kultyvuvannya i vydilennia lychynok stronhiliat u fekaliiakh kiz. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 101–103. doi: 10.31210/visnyk2012.04.26 [In Ukrainian].
8. Korchan, L. M. (2017). Antyhelminтна efektyvnist riznykh form ivermektynu za trykhurozu ta stronhiliatoziv shlunkovo-kyshkovoho traktu kiz. *Problemy Zoonzhenerii ta Veterynarnoi Medytsyny*, 35 (2.2), 60–64 [In Ukrainian].
9. Kruchynenko, O. V., Prus, M. P., Klymenko, O. S., & Mykhailiutenko, S. M. (2017). Patent Ukrainy № u201701723. Kyiv: Ukrainyskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
10. Mkrtchyan, M. E. (2016). Trematodozy krupnogo rogatogo skota v hozyajstvakh udmurtskoy respubliki (epizootologiya, patogenez i mery borby). *Extended abstract of doctor's thesis*. Vserossiyskij nauchno-issledovatel'skij institut fundamentalnoj i prikladnoj parazitologii im. K. I. Skryabina, Moskva [In Russian].
11. Muromcev, A. B. (2008). Osnovne gelmintozy zhvachnyh zhivotnyh v Kaliningradskoj oblasti (epizootologiya, patogenez, lechenno-profilakticheskie meropriyatiya). *Extended abstract of doctor's thesis*. Sankt-Peterburgskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj medicyny, Sankt-Peterburg [In Russian].
12. Lapach, S. N., Chubenko, A. V., & Babich, P. N. (2001). *Statisticheskie metody v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh s ispolzovaniem Excel*. Kiev, Morion [In Russian].
13. Ovcharuk, N. P. (2010). Epizootologhiia shlunkovo-kyshkovykh stronhiliatoziv velykoi rohatoi khudoby na terytorii Ukrainy. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii Imeni S.Z. Gzhytskoho*, 12, (2 (44)), 230–233 [In Ukrainian].
14. Petrov, A. M., & Gagarin, V. G. (1953). Veterinarno-gelmintologicheskie issledovaniya. *Laboratornye metody issledovaniy v veterinari*. Moskva: Selhogizd [In Russian].
15. Trach, V. N. (1992). *Rekomendacii po primeneniyu novogo metoda ucheta yaits gelmintov i cyst prostejschyh v fekaliiakh zhivotnyh*. Kiev [In Russian].
16. Arias, M. S., Sanchís, J., Francisco, I., Francisco, R., Piñeiro, P., Cazapal-Monteiro, C., Cortiñas, F. J., Suárez, J. L., Sánchez-Andrade, R. & Paz-Silva, A. (2013). The efficacy of four anthelmintics against *Calicophoron daubneyi* in naturally infected dairy cattle. *Veterinary Parasitology*, 197 (1–2), 126–129. doi: 10.1016/j.vetpar.2013.06.011.

17. Al-Albudi, M., & Omar, M. (2017). Prevalence of Gastrointestinal Nematodes of Farm Animals by Copro-Culture. *Russian Journal of Parasitology*, 3 (2), 168–174. doi: 10.12737/20059.
18. Bacha, A., & Gebrelibanos, B. H. (2014). Study on Prevalence of Gastrointestinal Nematodes and Coccidian Parasites Affecting Cattle in West Arsi zone, Ormia Regional State, Ethiopia. *Journal of Veterinary Science & Technology*, 05 (05). doi: 10.4172/2157-7579.1000207.
19. Peña-Espinoza, M., Thamsborg, S. M., Denwood, M. J., Drag, M., Hansen, T. V., Jensen, V. F., & Enemark, H. L. (2016). Efficacy of ivermectin against gastrointestinal nematodes of cattle in Denmark evaluated by different methods for analysis of faecal egg count reduction. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 6 (3), 241–250. doi: 10.1016/j.ijpddr.2016.10.004.
20. Marskole, P., Verma, Y., Dixit, A. K., & Swamy, M. (2016). Prevalence and burden of gastrointestinal parasites in cattle and buffaloes in Jabalpur, India. *Veterinary World*, 9 (11), 1214–1217. doi: 10.14202/vetworld.2016.1214-1217.

Стаття надійшла до редакції 16.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кручиненко О. В., Михайлютенко С. М., Клименко О. С. Терапевтична ефективність клозафену й клозіверону за дикроцеліозно-стронгілятозної інвазії корів. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 241–247.

© Кручиненко Олег Вікторович, Михайлютенко Світлана Миколаївна,
Клименко Олександр Сергійович, 2019



original article | UDC 681.513:62-58 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.34

FORMALIZATION OF MOISTURE TRANSFER IN AN UNSATURATED ZONE OF A MODULAR PLOT OF SOIL AS A CONTROL OBJECT BASED ON NEO-FUZZY NETWORKS

L. I. Lievi,

ORCID ID: [0000-0003-4619-8764](https://orcid.org/0000-0003-4619-8764), E-mail: levili@ukr.net,

Poltava Yuriia Kondratiuka National Technical University, 24, Pershotravnevyyi Avenue, Poltava, 36011, Ukraine

The purpose of the article is to study a modular plot of soil as a control object, which is a complex system distributed in space. One of the characteristic features of the complexity of the control object is the uncertainty in representing its structure and behavior. Within the framework of the modern system modeling methodology, uncertainty may characterize the following aspects of model representations: vagueness or obscurity of the system boundary; ambiguity of separate terms' semantics; incompleteness of model ideas about a certain complex system; the presence of contradictions between the individual components of the model representations or requirements that the model of a complex system must satisfy; the uncertainty of certain events' occurrence relating to the possibility of finding the system - the original in a certain state in the future; linguistic uncertainty. The modular plot of soil as the object of control is influenced by variable disturbances - weather conditions (air temperature and humidity, wind speed, solar radiation, precipitation). The output parameter depends on them - the suction pressure (humidity) of soil. This object of control has stochastic uncertainty, since its properties change randomly. At present, in addition to classical neural networks, hybrid, in particular, fuzzy neural networks are developing. They combine the advantages of fuzzy inference neural networks. Therefore, it is the hybrid neuro-fuzzy network based on neo-fuzzy neuron that was used to model the unsaturated zone of the modular plot of soil as a control object. The developed neo-fuzzy models of unsaturated zone of a modular plot of soil as a control object for predicting the intake pressure of the soil provide higher accuracy of operation than multilayer direct distribution networks. At the same time, they have a simpler architecture, ensuring easier practical implementation and a higher learning rate. The neo-fuzzy models can be used as part of an automated workplace for an irrigation system dispatcher and serve as a convenient tool for planning and managing crop moisture regimes.

Key words: unsaturated zone of a modular plot of soil, stochastic uncertainty, fuzzy neural network, neo-fuzzy neuron, synaptic weight.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ВОЛОГОПЕРЕНОСУ В НЕНАСИЧЕНІЙ ЗОНІ МОДУЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ҐРУНТУ ЯК ОБ'ЄКТУ КЕРУВАННЯ НА ОСНОВІ НЕО-ФАЗЗИ МЕРЕЖ

Л. І. Лєві,

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, Полтава, 36011, Україна

Метою статті є дослідження модульної ділянки ґрунту як об'єкту керування, яка є складною розподіленою у просторі системою. Однією з характерних ознак складності об'єкта керування є невизначеність у представленні його структури та поведінки. У рамках сучасної методології системного моделювання невизначеність може характеризувати наступні аспекти модельних уявлень: неясність або нечіткість границі системи; неоднозначність семантики окремих термінів; неповнота модельних уявлень щодо певної складної системи; наявність протиріч між окремими компонентами модельних уявлень або вимог, які повинна задовольняти модель складної системи; невизначеність

настання певних подій, які належать до можливості знаходження системи – оригіналу в певному стані в майбутньому; лінгвістична невизначеність. На модульну ділянку ґрунту як об'єкт керування здійснюють вплив змінні збурення – погодні умови (температура й вологість повітря, швидкість вітру, сонячна радіація, опади). Від них залежить вихідний параметр – всмоктуючий тиск (вологість) ґрунту. Цьому об'єкту керування притаманна стохастична невизначеність, оскільки його властивості змінюються випадково. На сьогодні, крім класичних нейронних мереж, розвиваються гібридні, зокрема, нечіткі нейронні мережі. Вони об'єднують у собі переваги нейронних мереж і систем нечіткого виведення. Тому для моделювання ненасиченої зони модульної ділянки ґрунту як об'єкту керування ґрунту застосовано саме гібридну нейро-нечітку мережу на основі нео-фаззи нейрона. Розроблені нео-фаззи моделі ненасиченої зони модульної ділянки ґрунту як об'єкта керування для прогнозування всмоктуючого тиску ґрунту забезпечують вищу точність роботи, ніж багатопарові мережі прямого поширення. Водночас вони мають простішу архітектуру, що забезпечує легшу практичну реалізацію та більшу швидкість навчання. Розроблені нео-фаззи моделі можуть бути використані у складі автоматизованого робочого місця диспетчера зрошувальної системи і слугувати зручним інструментом для планування й керування режимами зволоження сільськогосподарських культур.

Ключові слова: ненасичена зона модульної ділянки ґрунту, стохастична невизначеність, нечітка нейронна мережа, нео-фаззи нейрон, синаптична вага.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ВЛАГОПЕРЕНОСА В НЕНАСЫЩЕННОЙ ЗОНЕ МОДУЛЬНОГО УЧАСТКА ПОЧВЫ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕО-ФАЗЗИ СЕТЕЙ

Л. И. Леви,

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Первомайский проспект, 24, Полтава, 36011, Украина

Целью статьи является исследование модульного участка почвы как объекта управления, который представляет собой сложную распределенную в пространстве систему. Одной из характерных черт сложности объекта управления является неопределенность в представлении его структуры и поведения. В рамках современной методологии системного моделирования неопределенность может быть охарактеризована следующими аспектами модельных представлений: неясность или нечеткость границы системы; неоднозначность семантики отдельных терминов; неполнота модельных представлений об определенной сложной системе; наличие противоречий между отдельными компонентами модельных представлений или требований, которым должна удовлетворять модель сложной системы; неопределенность наступления определенных событий, относящихся к возможности нахождения системы – оригинала в определенном состоянии в будущем, лингвистическая неопределенность. На модульный участок почвы как объект управления оказывают влияние переменные возмущения – погодные условия (температура и влажность воздуха, скорость ветра, солнечная радиация, осадки). От них зависит выходной параметр – всасывающее давление (влажность) почвы. Данному объекту управления присуща стохастическая неопределенность, поскольку его свойства меняются случайным образом. В настоящее время помимо классических нейронных сетей, развиваются гибридные, в частности, нечеткие нейронные сети. Они объединяют в себе преимущества нейронных сетей нечеткого вывода. Поэтому для моделирования ненасыщенной зоны модульного участка почвы как объекта управления применено именно гибридную нейро-нечеткую сеть на основе нео-фаззи нейрона. Разработанные нео-фаззи модели ненасыщенной зоны модульного участка почвы как объекта управления для прогнозирования всасывающего давления ґрунта обеспечивают более высокую точность работы, чем многослойные сети прямого распространения. В то же время они имеют более простую архитектуру, обеспечивающую более легкую практическую реализацию и более высокую скорость обучения. Разработанные нео-фаззи модели могут быть использованы в составе автоматизированного рабочего места диспетчера оросительной системы и служить удобным инструментом для планирования и управления режимами увлажнения сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: ненасыщенная зона модульного участка почвы, стохастическая неопределенность, нечеткая нейронная сеть, нео-фаззи нейрон, синаптический вес.

Вступ

Модульна ділянка ґрунту як об'єкт керування представляє собою складну розподілену у просторі систему. Загалом, однією з характерних ознак складності об'єкта керування є невизначеність в уяв-

ленні його структури або поведінки. При цьому саму категорію невизначеності можна розглянути з різних поглядів. У рамках сучасної методології системного моделювання невизначеність може характеризувати наступні аспекти модельних уявлень: неясність або нечіткість границі системи; неоднозначність семантики окремих термінів, які використовуються при побудові концептуальних моделей систем; неповнота модельних уявлень про деяку складну систему, особливо у зв'язку з вирішенням слабо формалізованих проблем; наявність протиріч між окремими компонентами модельних уявлень або вимог, які повинні задовольняти модель складної системи; невизначеність настання певних подій, які належать до можливості знаходження системи – оригінала в тому чи тому стані в майбутньому; лінгвістична невизначеність [1, 3, 6].

Як відомо, на модульну ділянку ґрунту як об'єкт керування здійснюють вплив змінні збурення – погодні умови (температура і вологість повітря, швидкість вітру, сонячна радіація, опади), – від яких залежить вихідний параметр – всмоктуючий тиск (вологість) ґрунту. Тому можна стверджувати, що цьому об'єкту керування притаманна стохастична невизначеність, оскільки його властивості весь час змінюються випадково. Водночас оцінка таких понять як метеопрогноз опадів передбачає наявність ще й лінгвістичної невизначеності, оскільки на погодних інформерах вказується передбачувана сила опадів у лінгвістичній формі: слабкі опади, короткочасний дощ, злива, гроза. Усі інші метеопараметри вказуються у певному інтервалі на різні періоди доби. Тобто стосовно температури та вологості повітря доцільніше говорити про певне середнє очікуване значення, яке потрапляє в діапазон «висока (температура)», «середня», «низька» тощо. Водночас існує складність у врахуванні усіх збурень, що одночасно впливають на модульну ділянку ґрунту як об'єкт керування.

На сьогодні, крім класичних нейронних мереж, динамічно розвиваються гібридні, зокрема, нечіткі нейронні мережі. Нечіткі нейронні мережі або гібридні мережі об'єднують переваги нейронних мереж і систем нечіткого виведення [2–4, 8]. З одного боку, вони дозволяють розробляти і представляти моделі систем у формі правил нечітких продукцій, які характеризуються наочністю і простотою змістовної інтерпретації. З іншого боку, для побудови правил нечітких продукцій використовуються методи нейронних мереж, що є зручним і менш трудомістким процесом. Останнім часом апарат гібридних мереж визнається спеціалістами як один з найбільш перспективних для рішення слабо структурованих задач прикладного системного аналізу.

Отже, метою роботи було побудувати нео-фаззі модель ненасиченої зони модульної ділянки ґрунту як об'єкту керування для прогнозування всмоктуючого тиску ґрунту.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати задачу формалізації ненасиченої зони модульної ділянки ґрунту як об'єкту керування.

Матеріали і методи досліджень

Структуру нечіткої нейронної мережі на базі алгоритму Сугено розглянуто в [7]. Основним недоліком адаптивних нейро-нечітких мереж є їхня громіздкість і низька швидкість збіжності алгоритмів навчання, що вимагає великих за обсягом навчальних вибірок даних [11, 23, 19]. З метою подолання цих недоліків нейро-нечітких систем японськими вченими Yamakawa T., Uchino E., Miki T., Kusanagi H. було введено нео-фаззі (neo-fuzzy) нейрон, подібний за архітектурою до n – вхідного формального нейрона [15, 16, 20]. Його структуру розглянуто в [4, 5].

Замість звичайних синаптичних ваг нео-фаззі нейрон містить нелінійні синапси $NS_i, i=1, 2, \dots, n$, утворені набором трикутних симетричних рівномірно розподілених на інтервалі $[0, 1]$ функцій належності $\mu_{ji}, j=1, 2, \dots, m$, з кожною з яких зв'язана власна налаштовувана вага W_{ji} . Вихідну реакцію нео-фаззі нейрона на вхідний вектор даних

$$x(k) = (x_1(k), x_2(k), \dots, x_n(k))^T, \quad k = 1, 2, \dots, N,$$

може бути представлено так:

$$y(k) = \sum_{i=1}^n f_i(x_i(k)) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} \mu_{ji}(x_i(k)) \cdot w_{ji}(k), \quad (1)$$

де $W_{ji}(k)$ – поточне значення синаптичної ваги, що налаштовується, в момент часу k при j -й функції належності i -ї компоненти вхідного сигналу.

Як критерій навчання нео-фаззі нейрона використовується стандартна квадратична помилка:

$$E(k) = \frac{1}{2} (d(k) - y(k))^2 = \frac{1}{2} e^2(k) = \frac{1}{2} \left(d(k) - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} \mu_{ji}(x_i(k)) \cdot w_{ji} \right)^2, \quad (2)$$

мінімізація якої за допомогою градієнтної процедури веде до алгоритму навчання:

$$w_{ji}(k+1) = w_{ji}(k) + \eta \cdot e(k) \cdot \mu_{ji}(x_i(k)), \quad (3)$$

де $d(k)$ – зовнішній навчальний сигнал;

η – параметр кроку пошуку, що вибирається з емпіричних міркувань і визначає швидкість збіжності процесу навчання.

Центри трикутних функцій належності μ_{ji} розташовані так, щоб забезпечити так зване розбиття Руспіні:

$$\sum_{j=1}^{m_i} \mu_{ji}(x_i(k)) = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

що дає змогу не вводити прихований шар нейронів для нормалізації входів, який зазвичай присутній у нейро-фаззі системах. Унаслідок розбиття Руспіні на кожному кроці навчання активуються тільки дві сусідні функції належності. Вигляд трикутних функцій належності нео-фаззі нейрона показано на рис. 1.

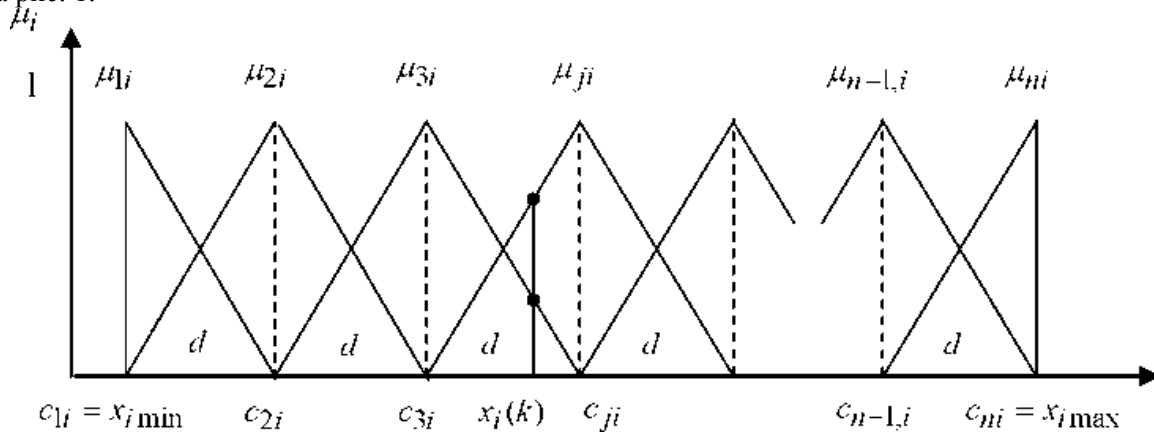


Рис. 1. Трикутні функції належності нео-фаззі нейрона

Тут кожна змінна розбивається на n рівних інтервалів від свого мінімального до максимального значення. Значення функції належності змінної x_i визначаємо за залежністю:

$$\mu_{ji} = \begin{cases} \frac{x_i - c_{j-1,i}}{c_{ji} - c_{j-1,i}}, & x \in [c_{j-1,i}, c_{ji}], \\ \frac{c_{j+1,i} - x_i}{c_{j+1,i} - c_{ji}}, & x \in [c_{ji}, c_{j+1,i}], \\ 0 & \text{- у інших випадках.} \end{cases} \quad (5)$$

Для покращення апроксимаційних властивостей у [9, 10] було запропоновано конструкцію подвійного нео-фаззі нейрона.

Перший шар подвійного нео-фаззі нейрона утворений n нелінійними синапсами NS_i з m_i функція-

ми належності й синаптичними вагами кожен. Вихідний шар утворений нелінійним синапсом NS_0 з m_0 функціями належності $\mu_{10}, 1=1, 2, \dots, m_0$ і синаптичними вагами w_{10} .

При подачі на вхід подвійного нео-фаззі нейрона вхідного вектора $x(k)$ на його виході з'являється сигнал:

$$\begin{aligned} y(k) &= f_0(u(k)) = f_0\left(\sum_{i=1}^n f_i(x_i(k))\right) = \\ &= \sum_{l=1}^{m_0} \mu_{10}(u(k)) \cdot w_{10} = \sum_{l=1}^{m_0} \mu_{10}\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} \mu_{ji}(x_i(k)) \cdot w_{ji}\right) w_{10}. \end{aligned} \quad (6)$$

Отже, значення вихідного сигналу подвійного нео-фаззі нейрона визначається як значеннями компонент вхідного вектора $x_i(k)$, так і значеннями функцій належності і відповідних синаптичних ваг.

Розрахунок для перевірки адекватності отриманих моделей виконано за допомогою F-критерія Фішера. F-критерій Фішера є параметричним критерієм і використовується для порівняння дисперсій двох варіаційних рядів [12]. Дисперсія у статистиці визначається як СКВ індивідуальних значень ознаки від середнього арифметичного. Розрахунок F-критерію Фішера виконано за програмою Microsoft Excel при рівні значущості 0,05. З розрахунку випливає, що нульова гіпотеза щодо рівності генеральних дисперсій на рівні значущості 0,05 приймається, і тому розроблені моделі є адекватними.

Результати дослідження та їх обговорення

З урахуванням попередніх припущень для моделювання ненасиченої зони модульної ділянки ґрунту як об'єкту керування ґрунту застосуємо гібридну нейро-нечітку мережу на основі нео-фаззі нейрона. Для цього сформуємо навчальну й тестувальну вибірки даних по 173 точки в кожній за два різні вегетаційні періоди. На основі моделі нео-фаззі нейрона (1) для різних шарів ґрунту (0–10, 10–20 та 30–40 см) створимо моделі вигляду:

$$W_{k+1}^h = NN(P_{k+1}, D_{k+1}, L_{k+1}, W_{k-1}^h, W_k^h),$$

де вхідними параметрами є кількість опадів P (мм), дефіцит вологості повітря D (мбар), рівень ґрунтових вод L від світлової поверхні (м); вихідним параметром є всмоктуючий тиск W^h (м) у визначеному шарі ґрунту h ;

$NN()$ – перетворення, яке здійснюється нейронною мережею;

k – поточний крок.

При цьому розіб'ємо кожну змінну на 6 рівних інтервалів (рис. 2, 5) з трикутними функціями належності, які задовольняють вимогу (4). Програмне забезпечення для навчання та тестування нео-фаззі моделей для прогнозування всмоктуючого тиску ґрунту розроблено відповідно до [14, 17, 18].

Розраховані вагові коефіцієнти для нео-фаззі мережі для прогнозування всмоктуючого тиску в шарі ґрунту $h = 0-10$ см:

$w_P = 0,5616; 0,5598; 0,07069; 0,9815; 0,3413; 0;$
 $w_D = 0,276; 0,1994; 0,228; 0,2528; 0,2699; 0;$
 $w_L = 0; 0,1771; -0,04447; 0,0601; 0,0005044; 0;$
 $w_{W1} = 0,009148; 0,05383; 0,07863; -0,09195; -0,1702; 0;$
 $w_{W2} = -0,7824; -0,6217; -0,4078; -0,2407; 0,1926; 0.$

Розраховані вагові коефіцієнти для нео-фаззі мережі для прогнозування всмоктуючого тиску в шарі ґрунту $h = 10-20$ см:

$w_P = 0,06096; 0,06963; -0,03156; 0,1927; 0,004078; 0;$
 $w_D = -0,09168; 0,07213; 0,06424; 0,093; 0,09745; 0;$
 $w_L = 0; -0,0379; -0,007561; 0,03478; -0,006978; 0;$
 $w_{W1} = 0,2713; 0,2281; 0,1981; 0,05589; -0,1361; 0;$
 $w_{W2} = -0,404; -0,1469; 0,083; 0,3249; 0,7602; 0.$

Розраховані вагові коефіцієнти для нео-фаззі мережі для прогнозування всмоктуючого тиску в шарі ґрунту $h = 30-40$ см:

$w_P = 0,05596; 0,05226; 0,02114; 0,04946; 0,05117; 0;$
 $w_D = 0,0008974; 0,03379; 0,03179; 0,04337; 0,04698; 0;$

$wL = 0; -0,07954; -0,04592; -0,005366; -0,002678; 0;$

$wW1 = 0,09041; 0,1252; 0,04392; 0,1562; 0; 0;$

$wW2 = -0,1475; -0,0005958; 0,2592; 0,3046; 0; 0.$

При цьому всмоктуючий тиск, який відповідає нижній межі оптимальної вологості, при вирощуванні багаторічних трав на різних фазах їхнього розвитку коливається в межах 1–3,5 м вод. ст. (0,1–0,35 атм). Згідно з результатами розрахунків максимальне значення середньоквадратичного відхилення (СКВ) складає 1,036 м вод. ст. Приріст всмоктуючого тиску ґрунту $\pm 1,036$ м вод. ст. згідно з основною гідрофізичною характеристикою відповідає приросту об'ємної вологості ґрунту $\pm (2-4) \%$ в межах робочого діапазону. Максимальний діапазон вологості складає (21–43) % об'ємних, або (0–7) м вод. ст. всмоктуючого тиску для ґрунтів суглинистого та супіщаного складу.

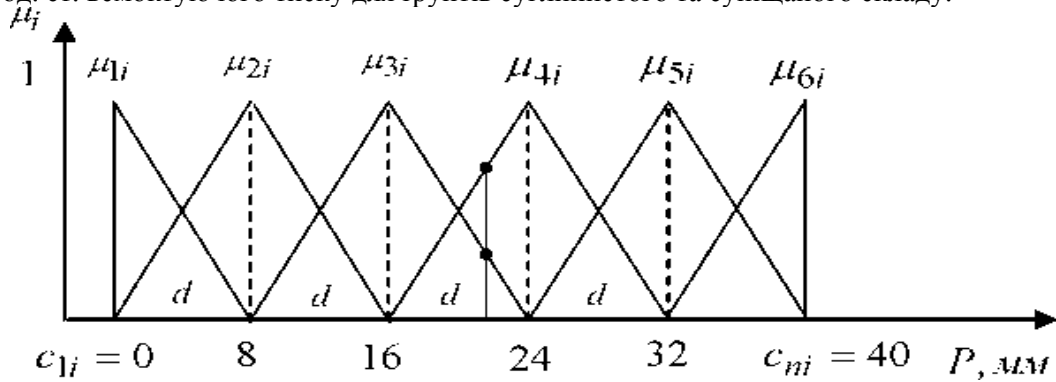


Рис. 2. Функції належності вхідної змінної «Кількість опадів»

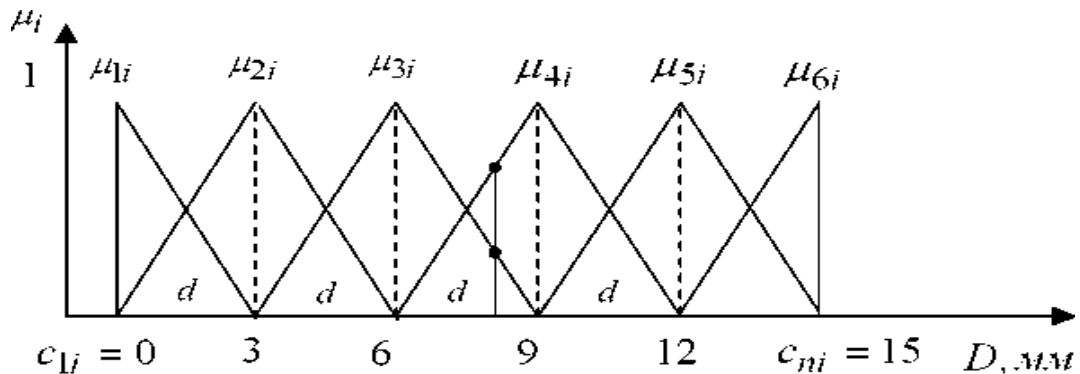


Рис. 3. Функції належності вхідної змінної «Дефіцит вологості повітря»

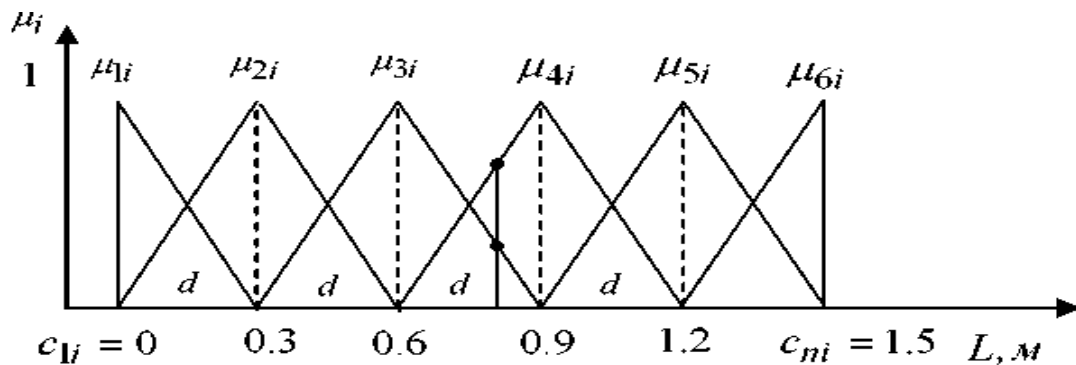


Рис. 4. Функції належності вхідної змінної «Рівень ґрунтових вод»

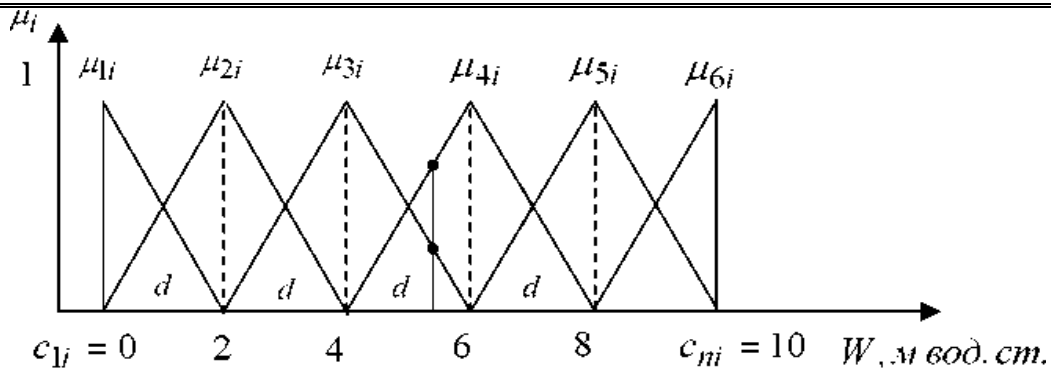


Рис. 5. Функції належності вихідної змінної «Всмоктуючий тиск ґрунту»

При керуванні всмоктуючим тиском (вологістю) ґрунту достатньо забезпечити точність $\pm 5\%$ об'ємної вологості.

Як видно з наведеного, найкращі результати моделювання вологопереносу в ненасиченій зоні ґрунту забезпечують моделі на базі нео-фаззі нейронних мереж. Вони простіші за архітектурою за двошарові мережі прямого поширення, швидші в навчанні та простіші в технічній реалізації [2–5].

Висновки

Розроблені нео-фаззі моделі ненасиченої зони модульної ділянки ґрунту як об'єкту керування для прогнозування всмоктуючого тиску ґрунту забезпечують вищу точність роботи, ніж багатшарові мережі прямого поширення. Водночас вони мають простішу архітектуру, що забезпечує легшу практичну реалізацію та більшу швидкість навчання. Розроблені нео-фаззі моделі можуть бути використані у складі автоматизованого робочого місця диспетчера осушувально-зволожувальної системи й слугувати зручним інструментом для планування і керування режимами зволоження сільськогосподарських культур.

Перспективи подальших досліджень. Вважається доцільним дослідити питання застосування інтелектуальних методів підтримки ухвалення рішень в умовах багатокритеріальності в задачах оптимального керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур. Це дозволить економити водні та енергетичні ресурси з одночасним забезпеченням отримання планового врожаю.

References

1. Zgurovskij, M. Z., & Zajchenko, Yu. P. (2013). *Osnovy vychislitel'nogo intellekta*. Kiev [In Russian].
2. Lyeви, L. I. (2019). Sintez avtomatizovanoyi sistemi keruvannya vologozabezpechenistyu silskogospodarskih kultur pri pidgruntovomu zvolozhenni. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, (1), 227–231. doi: 10.31210/visnyk2019.01.27 [In Ukrainian].
3. Leonenkov, A. (2005). *Nechetkoe modelirovanie v srede Matlab i fuzzy Tech*. Sankt Peterburg: BHV, Peterburg [In Russian].
4. Medvedev, V. S. & Potemkin, V. G. (2002). *Nejronnye seti. Matlab 6*. Moskva: DIALOG, MIFI [In Russian].
5. Rutkovskaya, D., Pilinskij, M. & Rutkovskij, L. (2007). *Nejronnye seti, geneticheskie algoritmy i nechyotkie sistemy: Per. s polskogo Rudinskogo I. D.* Moskva: Goryachaya liniya, Telekom [In Russian].
6. Uskov, A. A. & Kuzmin, A. V. (2004). *Intellektualnye tehnologii upravleniya. Iskusstvennye nejronnye seti i nechyotkaya logika*. Moskva: Goryachaya liniya, Telekom [In Russian].
7. Hajkin, S. (2006). *Nejronnye seti: polnyj kurs, 2-e izd., ispr.: Per. s angl.* Moskva: OOO “I. D. Vil'yams” [In Russian].
8. Ahmad, M.I. (2004). *Fuzzy Logic for Embedded Systems*. Amsterdam: Elsevier.
9. Bodyanskiy, Y., Gorshkov, Y., Kolodyazhnyi, V., Otto, P. (2007). Evolving network based on double neo-fuzzy neurons. *Internationales Wissenschaftliches Kolloquium. Technische Universität Ilmenau, Faculty of Computer Science and Automation*, 52. Ilmenau: Ilmedia ^{GND}.
10. Chen, G. (2001). *Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems*. Boca Raton, London, New York: CRC Press LLC.
11. Ding, L. (2001). *The new Paradigm of Knowledge Engineering by Soft Computing*. Singapore: World Scientific.

12. Fisher, R.A. (1954). *Statistical Methods for research workers*. Oliver and Boyd.
13. Jang, J.-Sh. R. (1997). *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
14. Kruse, R., Borgelt, C., Klawonn, F., Moewes, C., Steinbrecher, M., & Held, P. (2013). *Computational Intelligence. Texts in Computer Science*. doi: 10.1007/978-1-4471-5013-8.
14. Lughofer, E., Cernuda, C., Kindermann, S., & Pratama, M. (2015). Generalized smart evolving fuzzy systems. *Evolving Systems*, 6 (4), 269–292. doi: 10.1007/s12530-015-9132-6.
15. Razi, M., & Athappilly, K. (2005). A comparative predictive analysis of neural networks (NNs), nonlinear regression and classification and regression tree (CART) models. *Expert Systems with Applications*, 29 (1), 65–74. doi: 10.1016/j.eswa.2005.01.006.
16. Schmidhuber, J. (2015). Deep learning in neural networks: An overview. *Neural Networks*, 61, 85–117. doi: 10.1016/j.neunet.2014.09.003.
17. Sen, Z. (2008). *Solar Energy Fundamentals and Modeling Techniques: Atmosphere, Environment, Climate Change and Renewable Energy*. London: Springer-Verlag London Limited.
18. Silva, A. M., Caminhas, W., Lemos, A., & Gomide, F. (2014). A fast learning algorithm for evolving neo-fuzzy neuron. *Applied Soft Computing*, 14, 194–209. doi: 10.1016/j.asoc.2013.03.022.
19. Yamakawa, T., Uchino, E., Miki, T., & Kusanagi, H. (1992). A neo-fuzzy neuron and its applications to system identification and prediction of the system behavior. Proc. 2nd Int. Conf. on Fuzzy Logic and Neural Networks “IIZUKA - 92”, pp. 477–483 [In English].
20. Yamakawa, T., Uchino, E., Miki, T., & Kusanagi, H. (1992). A neo-fuzzy neuron and its applications to system identification and prediction of the system behavior. *International conference; 2nd, Fuzzy logic and neural networks*. Iizuka, Japan: Fuzzy Logic Systems Institute.

Стаття надійшла до редакції 23.07.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Леві Л. І. Формалізація вологопереносу в ненасиченій зоні модульної ділянки ґрунту як об'єкту керування на основі нео-фаззі мереж. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 248–255.

© Леві Леонід Ісаакович, 2019

original article | UDC 539.3:624.016 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.35

BASIC STRESS-STRAIN STATE OF A MULTILAYER SYMMETRIC CIRCULAR ARCH UNDER THE ACTION OF NORMAL FORCES IN THE MIDDLE SECTION. REPORT 2. ARCHES OF SMALL CURVATURE

S. B. Koval'chuk,

ORCID ID: [0000-0003-4550-431X](https://orcid.org/0000-0003-4550-431X), E-mail: stanislav.kovalchuk@pdaa.edu.ua,

O. V. Goryk,

ORCID ID: [0000-0002-2804-5580](https://orcid.org/0000-0002-2804-5580), E-mail: oleksii.goruk@pdaa.edu.ua,

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

Circular arches are common elements of construction and machine building structures. They can be both individual components and reinforcing elements of thin-walled casings. An important case of arches deformation is the symmetrical folding in its own plane surface under the action of concentrated force. The resistance of homogeneous isotropic arches is sufficiently investigated. However, the mechanics of multilayer arches deformation is studied considerably less, which creates additional obstacles to introducing such elements in designing practice. The purpose of this work is a theoretical study of the basic stress-strain state (SSS) of a symmetrically fixed multilayer arch under the action of concentrated normal force in the middle section by developing the analytical solution of the corresponding problem. The second part of the article deals with developing a simplified solution of the problem obtained by using plane section hypothesis, which eliminates the effect of displacement deformation and transversal compression on other components of the SSS. Considering the accuracy, such a solution ranks below the complete solution obtained in the first part of the article, which takes into account the whole complex of elastic characteristics of layer materials, but it is much simpler to implement. Using the developed simplified solution, this made it possible to obtain complete ratios for unknown static and kinematic parameters (unknown constants) for solid and hinged arches in the middle section that have different types of end fixation. To test and approbate the obtained theoretical ratios, a long three-layer arch of small curvature (the ratio of the mean radius to the section height is 30) was calculated. The results of determining the arch deflection with different types of end fixations, obtained by using simplified and complete solutions, as well as by the final element method, are presented. A brief analysis of accuracy of the simplified solution in case of changes in the stiffness of outer and middle layers is made. The developed solution enables to determine stress condition of long symmetrical composite arch elements and small curvature rings with accuracy accepted for practice. However, the reliable determining of displacements with its application has certain limitations, the precise identification of which requires further research.

Key words: multilayer arch, orthotropic layer, concentrated force, strain, displacement

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ ЗГИНУ БАГАТОШАРОВОЇ СИМЕТРИЧНОЇ КРУГОВОЇ АРКИ ПІД ДІЄЮ НОРМАЛЬНОЇ СИЛИ В СЕРЕДНЬОМУ ПЕРЕРІЗІ. ПОВІДОМЛЕННЯ 2. АРКИ МАЛОЇ КРИВИЗНИ

С. Б. Ковальчук, О. В. Горик,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Кругові арки є поширеними елементами будівельних і машинобудівних конструкцій як окремі деталі, а також підкріплюючі елементи тонкостінних оболонок. Важливим для практики випадком деформування арок є симетричний згин у власній площині під дією зосередженої сили. Опір однорід-

них ізотропних арок усебічно досліджений. Однак механіка деформування багатошарових арок є недостатньо вивченою, що створює додаткові перепони на шляху запровадження таких елементів у конструкторську практику. Метою цієї роботи є теоретичне дослідження напружено-деформованого стану (НДС) симетрично закріпленої багатошарової арки, що перебуває під дією зосередженої нормальної сили в середньому перерізі, шляхом побудови аналітичного розв'язку відповідної задачі. У другій частині статті побудовано спрощений розв'язок задачі, отриманий із застосуванням гіпотези плоских перерізів, за якої виключається вплив деформацій зсуву та поперечного обтіснення на інші компоненти НДС. Такий розв'язок поступається за точністю отриманому у першій частині статті повному розв'язку, що враховує весь комплекс пружних характеристики матеріалів шарів, проте значно простіший у реалізації. Це дозволило із застосуванням побудованого спрощеного розв'язку отримати завершені співвідношення для невідомих статичних і кінематичних параметрів (невідомих постійних) для суцільних арок та арок з шарніром у середньому перерізі, що мають різні типи закріплень кінців. Для апробації та перевірки отриманих теоретичних співвідношень виконано розрахунок довгої тришарової арки малої кривизни (відношення середнього радіуса до висоти перерізу – 30). Наведено результати визначення прогинів арок з різними типами закріплень кінців, що отримані з використанням спрощеного і повного розв'язків, а також методом кінцевих елементів. Зроблено короткий аналіз точності спрощеного рішення у випадку зміни жорсткості зовнішніх і середнього шарів. Побудований спрощений розв'язок дає змогу із прийнятною для практики точністю визначати напружений стан довгих симетричних композитних аркових елементів та кілець малої кривизни. Однак достовірне визначення переміщень з його застосуванням має певні обмеження, чітке встановлення яких потребує проведення додаткових досліджень.

Ключові слова: багатошарова арка, ортотропний шар, зосереджена сила, напруження, переміщення

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИЗГИБА МНОГОСЛОЙНОЙ СИММЕТРИЧНОЙ КРУГОВОЙ АРКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НОРМАЛЬНОЙ СИЛЫ В СРЕДНЕМ СЕЧЕНИИ. СООБЩЕНИЕ 2. АРКИ МАЛОЙ КРИВИЗНЫ

С. Б. Ковальчук, А. В. Горик,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Круговые арки являются распространенными элементами строительных и машиностроительных конструкций в качестве отдельных деталей, а также подкрепляющих элементов тонкостенных оболочек. Важным для практики случаем деформирования арок является симметричный изгиб в собственной плоскости под действием сосредоточенной силы. Сопротивление однородных изотропных арок хорошо исследовано. Однако механика деформирования многослойных арок значительно менее изучена, что создает дополнительные препятствия для введения таких элементов в конструкторскую практику. Целью данной работы является теоретическое исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) симметрично закрепленной многослойной арки, находящейся под действием сосредоточенной нормальной силы в среднем сечении, путем построения аналитического решения соответствующей задачи. Во второй части статьи предложено упрощенное решение задачи, полученное с применением гипотезы плоских сечений, при которой исключается влияние деформаций сдвига и поперечного обжатия на другие компоненты НДС. Такое решение уступает по точности полученному в первой части статьи полному решению, которое учитывает весь комплекс упругих характеристик материалов слоев, однако значительно проще в реализации. Это позволило с применением построенного упрощенного решения получить завершенные соотношения для неизвестных статических и кинематических параметров (неизвестных постоянных) для сплошных арок и арок с шарниром в среднем сечении, которые имеют различные типы закреплений концов. Для апробации и проверки полученных соотношений выполнен расчет длинной трехслойной арки малої кривизны (отношение среднего радиуса к высоте сечения – 30). Приведены результаты определения прогибов арок с различными типами креплений концов, полученные с использованием упрощенного и полного решения, а также методом конечных элементов. Сделан краткий анализ точности упрощенного решения в случае изменения жесткости внешних и среднего слоев. Построенное упрощенное решение позволяет с приемлемой для практики точностью определять напряженное состояние длинных симметричных композитных арочных элементов и колец малої кривизны. Однако достове-

рное определение перемещений с его применением имеет определенные ограничения, четкое установление которых требует проведения дополнительных исследований.

Ключевые слова: многослойная арка, ортотропный слой, сосредоточенная сила, напряжения, перемещения

Вступ

Кругові арки є поширеними елементами будівельних та машинобудівних конструкцій. Важливим для практики випадком деформування кругових арок є симетричний згин у власній площині під дією зосередженої сили. Механіка деформування однорідних арок, виконаних з ізотропних конструкційних матеріалів, є досліджена для різних комбінацій навантаження та закріплення. Однак деформування багатошарових композитних арок є недостатньо вивченим питанням, що створює додаткові перепони на шляху запровадження в конструкторську практику композитних матеріалів.

Невід'ємним етапом сучасного процесу проектування конструкцій різного призначення є скінченноелементний аналіз. Незважаючи на це, аналітичні теорії деформування композитних елементів конструкцій продовжують активно розвиватися вітчизняними та закордонними вченими. Нині в аналітичній теорії згину кругових композитних брусів можна виділити два основних напрями розвитку: побудова прикладних моделей згину, наприклад [1, 3, 9, 16–18, 20], та побудова точних розв'язків теорії пружності, наприклад [10–15, 19, 22].

Прикладні моделі є більш універсальними в частині врахування різних типів навантажень і закріплення, але поступаються в точності розв'язкам теорії пружності внаслідок припущень, прийнятих у ході їхньої побудови. Водночас розв'язки теорії пружності дозволяють враховувати тільки деякі прості типи навантажень. Однак, як показано наприклад у [5], такі розв'язки можна використати як основу для побудови прикладних розв'язків більш складних задач, що суттєво розширить можливості їх практичного застосування.

У першій частині статті [4] на основі точного розв'язку теорії пружності [14] для багатошарової кругової консолі із навантаженням на вільному торці, побудовано прикладний розв'язок для симетрично закріплених двоопорних багатошарових кругових арок із зосередженою нормальною силою в середньому перерізі. Реалізація цього розв'язку для тестової задачі визначення напружено-деформованого стану (НДС) чотиришарової арки показала, що зі збільшенням відношення довжини та радіусу осі до висоти поперечного перерізу (у згаданому прикладі: $l/h > 118$, $r_c/h > 25$) із достатньою для практики точністю можна визначати НДС, нехтуючи піддатливістю матеріалів шарів деформаціям поперечного зсуву та обтиснення. Таке допущення відповідає гіпотезі плоских перерізів і дає змогу значно спростити теоретичні співвідношення та їхнє практичне застосування для випадку довгих багатошарових арок малої кривизни.

Метою цієї роботи є теоретичне дослідження НДС симетрично закріпленої довгої багатошарової арки малої кривизни, що перебуває під дією зосередженої нормальної сили в середньому перерізі, шляхом побудови аналітичного розв'язку відповідної задачі. Основні завдання: із застосуванням гіпотези плоских перерізів побудувати спрощений розв'язок для основного НДС довгих багатошарових арок малої кривизни; розглянути основні типи закріплень кінців суцільної арки та арки з шарнірним з'єднанням її половин і отримати відповідні співвідношення для визначення невідомих сталих; апробувати побудований розв'язок у ході визначення НДС довгої багатошарової арки малої кривизни та порівняти отримані результати із результатами застосування інших методів розрахунку.

Матеріали і методи досліджень

Задачу розглянемо в постановці першої частини статті [4] (рис. 1), увівши відповідні спрощення, прийнятні для варіанту довгої арки малої кривизни.

Симетрична відносно середнього перерізу багатошарова арка складається з m концентричних шарів P_k ($k = \overline{1, m}$) циліндрично ортотропних або ізотропних матеріалів, що жорстко з'єднані на поверхнях контакту. Для ортотропних шарів одна із площин пружної симетрії збігається з поперечним перерізом арки, а інша проходить паралельно xOz . Матеріали усіх шарів у ході деформування працюють у пружній стадії.

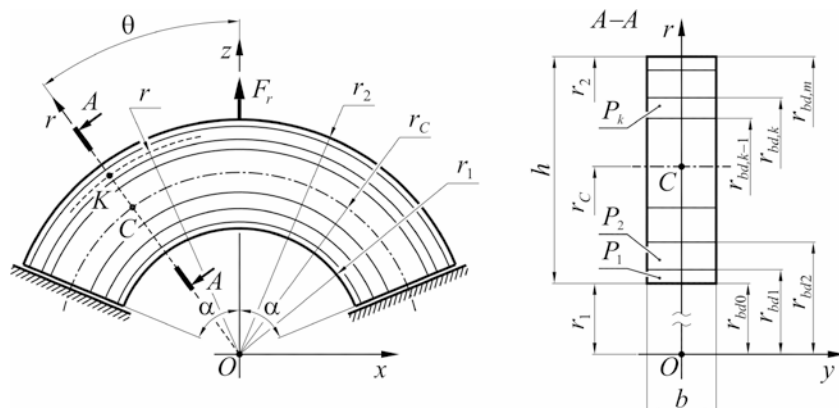


Рис. 1. Схема багатошарової арки і її поперечного перерізу

Джерело: запозичене з [4].

Пружні характеристики неоднорідного матеріалу арки є кусково-постійними функціями $\mu_a^s(r)$, які аналітично можуть бути представлені з використанням функцій Хевісайда $H(r)$:

$$\mu_a^s = \sum_{k=1}^m \left(S_a^{[k]} \left(H(r - r_{bd,k-1}) - H(r - r_{bd,k}) \right) \right), \quad (1)$$

де $r_{bd,k-1}, r_{bd,k}$ – радіуси кривизни внутрішньої та зовнішньої циліндричних границь k -го шару арки (рис. 1), причому: $r_{bd,0} = r_1, r_{bd,m} = r_2$; $S_a^{[k]}$ – пружна стала (модуль пружності, модуль зсуву, коефіцієнт Пуассона або їх співвідношення) для k -го шару арки.

Симетричність арки дозволяє в ході розв’язання поставленої задачі обмежитися розглядом тільки її половини, відсіченої площиною yOz (рис. 2) із заміною відкинutoї частини відповідною системою навантажень. У випадку нехтування місцевими збуреннями напруженого стану (НС) поблизу точки прикладання сили, вихідну задачу (рис. 1), можна привести до задачі згину багатошарової консолі із круговою віссю та навантаженням на вільному торці [14].

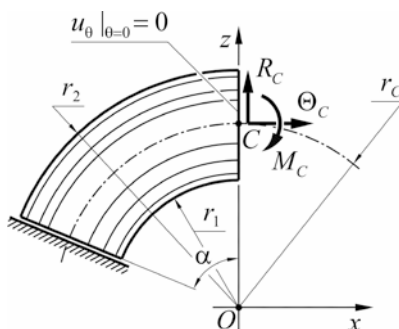


Рис. 2. Розрахункова схема половини симетричної багатошарової арки

Джерело: запозичене з [4].

Як було зазначено в [4], для довгих багатошарових арок малої кривизни прийнятна точність при визначенні НДС може бути досягнута і в разі спрощеного опису механічних властивостей матеріалів шарів із допущенням: $E_r^{[k]}, G_{r\theta}^{[k]} \rightarrow \infty, \nu_{r\theta}^{[k]}, \nu_{\theta r}^{[k]} \rightarrow 0, k = \overline{1, m}$, що еквівалентно гіпотезі плоских недеформованих перерізів арки. У такому разі співвідношення для функцій розподілу дотичних $\tau_{r\theta}$ і нормальних радіальних напружень σ_r (відповідно φ_τ і φ_σ), можна отримати відразу для усього пакету шарів [14]:

$$\varphi_\tau = \frac{1}{r^2} \left(\int_{r_1}^r \mu_\theta^E dr - \frac{B_0}{B_1} \int_{r_1}^r (\mu_\theta^E r) dr \right), \quad \varphi_\sigma = -\frac{1}{r} \left(\int_{r_1}^r \frac{\mu_\theta^E}{r} dr - \frac{B_{-1}}{B_0} \int_{r_1}^r \mu_\theta^E dr \right). \quad (2)$$

де B_0, B_1, B_{-1} – інтегральні характеристики жорсткості поперечного перерізу арки, що визначаються співвідношеннями.

$$B_0 = \int_{r_1}^{r_2} \mu_\theta^E dr, \quad B_1 = \int_{r_1}^{r_2} (\mu_\theta^E r) dr, \quad B_{-1} = \int_{r_1}^{r_2} \frac{\mu_\theta^E}{r} dr. \quad (3)$$

Співвідношення для напружень у [4] із урахуванням (2) набудуть такого вигляду:

$$\begin{aligned} \tau_{r\theta} &= \frac{N_\theta|_{\theta=0} \sin \theta + Q_r|_{\theta=0} \cos \theta}{bD_{-1}r^2} \left(\int_{r_1}^r \mu_\theta^E dr - \frac{B_0}{B_1} \int_{r_1}^r (\mu_\theta^E r) dr \right), \\ \sigma_r &= \frac{N_\theta|_{\theta=0} \cos \theta - Q_r|_{\theta=0} \sin \theta}{bD_{-1}r^2} \left(\int_{r_1}^r \mu_\theta^E dr - \frac{B_0}{B_1} \int_{r_1}^r (\mu_\theta^E r) dr \right) - \frac{r_C N_\theta|_{\theta=0} + M_y|_{\theta=0}}{bD_0 r} \left(\int_{r_1}^r \frac{\mu_\theta^E}{r} dr - \frac{B_{-1}}{B_0} \int_{r_1}^r \mu_\theta^E dr \right), \\ \sigma_\theta &= \mu_\theta^E \left(\frac{(N_\theta|_{\theta=0} \cos \theta - Q_r|_{\theta=0} \sin \theta)}{bD_{-1}} \left(\frac{1}{r} - \frac{B_0}{B_1} \right) - \frac{r_C N_\theta|_{\theta=0} + M_y|_{\theta=0}}{bD_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{B_{-1}}{B_0} \right) \right). \end{aligned} \quad (4)$$

Розв'язку (4) відповідають наступні співвідношення для переміщень:

$$\begin{aligned} u_r &= \frac{Q_r|_{\theta=0}}{2bD_{-1}} (\theta \cos \theta - \sin \theta) + \frac{N_\theta|_{\theta=0}}{2bD_{-1}} \theta \sin \theta - \frac{r_C N_\theta|_{\theta=0} + M_y|_{\theta=0}}{bD_0} (1 - \cos \theta) + \\ &\quad + u_{011} \frac{r_2}{h} \sin \theta - u_{012} \frac{r_1}{h} \sin \theta + u_{r11} \cos \theta, \\ u_\theta &= \frac{Q_r|_{\theta=0}}{bD_{-1}} \left(\frac{B_0}{B_1} r (1 - \cos \theta) - \frac{\theta \sin \theta}{2} \right) + \frac{N_\theta|_{\theta=0}}{bD_{-1}} \left(\left(\frac{1}{2} - \frac{B_0}{B_1} r \right) \sin \theta + \frac{\theta \cos \theta}{2} \right) + \\ &\quad + \frac{r_C N_\theta|_{\theta=0} + M_y|_{\theta=0}}{bD_0} \left(\frac{B_{-1}}{B_0} r \theta - \sin \theta \right) + u_{011} \frac{r_2 \cos \theta - r}{h} - u_{012} \frac{r_1 \cos \theta - r}{h} - u_{r11} \sin \theta, \end{aligned} \quad (5)$$

де $Q_r|_{\theta=0}, N_\theta|_{\theta=0}, M_y|_{\theta=0}$ – поперечна сила, поздовжня сила та згинаючий момент у середньому перерізі половини арки, що розглядається; $u_{r11} = u_r|_{\theta=0, r=r_1}$, $u_{011} = u_\theta|_{\theta=0, r=r_1}$, $u_{012} = u_\theta|_{\theta=0, r=r_2}$ – переміщення крайніх волокон половини арки в середньому перерізі; D_0, D_{-1} – інтегральні характеристики жорсткості поперечного перерізу арки, що визначаються співвідношеннями

$$D_0 = \int_{r_1}^{r_2} \left(\int_{r_1}^r \frac{\mu_\theta^E}{r} dr - \frac{B_{-1}}{B_0} \int_{r_1}^r \mu_\theta^E dr \right) dr, \quad D_{-1} = \int_{r_1}^{r_2} \left(\frac{1}{r^2} \int_{r_1}^r \mu_\theta^E dr - \frac{B_0}{B_1} \frac{1}{r^2} \int_{r_1}^r (\mu_\theta^E r) dr \right) dr. \quad (6)$$

Необхідно відмітити, що між сталими (3) та (6) мають місце наступні залежності:

$$D_{-1} = \frac{1}{B_1} (B_{-1} B_1 - B_0^2), \quad D_0 = \frac{1}{B_0} (B_{-1} B_1 - B_0^2), \quad \frac{B_1}{B_0} = \frac{D_0}{D_{-1}}. \quad (7)$$

Співвідношення (4) та (5) загалом залежать від 6-ти невідомих статичних і кінематичних параметрів: $Q_r|_{\theta=0}, N_\theta|_{\theta=0}, M_y|_{\theta=0}, u_{r11}, u_{011}, u_{012}$. Для половини арки, що розглядаємо, вони можуть бути визначені із застосуванням кінематичних та статичних умов у перерізі $\theta = 0$ та на закріпленому торці $\theta = \alpha$. Ці умови для спрощеного розв'язку будуть аналогічними умовам (12)-(25) у [4] для повного розв'язку задачі, що враховує всі пружні властивості матеріалів шарів. Однак на відміну від повного розв'язку застосування спрощеного розв'язку дає змогу отримати завершені вирази для невідомих параметрів і, відповідно, напружень та переміщень, а також точно виконати умови сумісності половин суцільної арки в середньому перерізі ($u_\theta|_{\theta=0} = 0$).

Суцільна арка із жорстким закріпленням кінців (рис. 3, а). Для суцільної арки в перерізі $\theta = 0$ необхідно задовольнити умови сумісного деформування її половин:

$$u_{011} = u_\theta|_{\theta=0, r=r_1} = 0, \quad u_{012} = u_\theta|_{\theta=0, r=r_2} = 0, \quad (8)$$

$$Q_r|_{\theta=0} = -R_C = -\frac{1}{2} F_r, \quad N_\theta|_{\theta=0} = \Theta_C, \quad M_y|_{\theta=0} = M_C. \quad (9)$$

Жорстке закріплення кінців арки накладає на переміщення торця $\theta = \alpha$ наступну систему кінематичних умов [4]:

$$u_{\theta} |_{\theta=\alpha, r=r_1} = 0, \quad u_{\theta} |_{\theta=\alpha, r=r_2} = 0, \quad u_r |_{\theta=\alpha, r=r_1} = 0. \quad (10)$$

Підставивши співвідношення для переміщень (5) до (10), із урахуванням (8) та (9), отримаємо наступну систему рівнянь:

$$\left\{ \begin{aligned} & -\frac{F_r}{2bD_{-1}} \left((1 - \cos \alpha) \frac{B_0}{B_1} r_1 + \frac{\alpha \sin \alpha}{2} \right) + \frac{\Theta_C}{2bD_{-1}} \left(\sin \alpha \left(1 - \frac{2B_0}{B_1} r_1 \right) - \alpha \cos \alpha \right) - \\ & \quad - \frac{r_C \Theta_C + M_C}{bD_0} \left(\left(2 - \frac{B_{-1}}{B_0} r_1 \right) \alpha + \sin \alpha \right) - u_{r11} \sin \alpha = 0, \\ & -\frac{F_r}{2bD_{-1}} \left((1 - \cos \alpha) \frac{B_0}{B_1} r_2 + \frac{\alpha \sin \alpha}{2} \right) + \frac{\Theta_C}{2bD_{-1}} \left(\sin \alpha \left(1 - \frac{2B_0}{B_1} r_2 \right) - \alpha \cos \alpha \right) - \\ & \quad - \frac{r_C \Theta_C + M_C}{bD_0} \left(\left(2 - \frac{B_{-1}}{B_0} r_2 \right) \alpha + \sin \alpha \right) - u_{r11} \sin \alpha = 0, \\ & -\frac{F_r}{4bD_{-1}} (\alpha \cos \alpha - \sin \alpha) + \frac{\Theta_C}{2bD_{-1}} \alpha \sin \alpha + \frac{r_C \Theta_C + M_C}{bD_0} (\cos \alpha - 1) + u_{r11} \cos \alpha = 0. \end{aligned} \right. \quad (11)$$

Розв'язавши (11) відносно невідомих, урахувавши (9), отримаємо:

$$\begin{aligned} M_y |_{\theta=0} = M_C &= -\frac{F_r}{D_{-1}} \frac{B_0 ((D_0 + 2D_{-1}r_C) \sin \alpha - D_0 \alpha) (1 - \cos \alpha) - r_C (D_0 + B_0) D_{-1} \alpha \sin^2 \alpha}{(D_0 + B_0) \alpha (\sin 2\alpha + 2\alpha) - 4B_0 \sin^2 \alpha}, \\ N_{\theta} |_{\theta=0} = \Theta_C &= -F_r \frac{B_0 (\sin 2\alpha - 2\sin \alpha) + (D_0 + B_0) \alpha \sin^2 \alpha}{(D_0 + B_0) \alpha (\sin 2\alpha + 2\alpha) - 4B_0 \sin^2 \alpha}, \\ u_{r11} &= -\frac{F_r}{2bD_{-1}} \frac{4B_0 (\alpha - \sin \alpha) (1 - \cos \alpha) + (D_0 + B_0) \alpha (\sin^2 \alpha - \alpha^2)}{(D_0 + B_0) \alpha (\sin 2\alpha + 2\alpha) - 4B_0 \sin^2 \alpha}. \end{aligned} \quad (12)$$

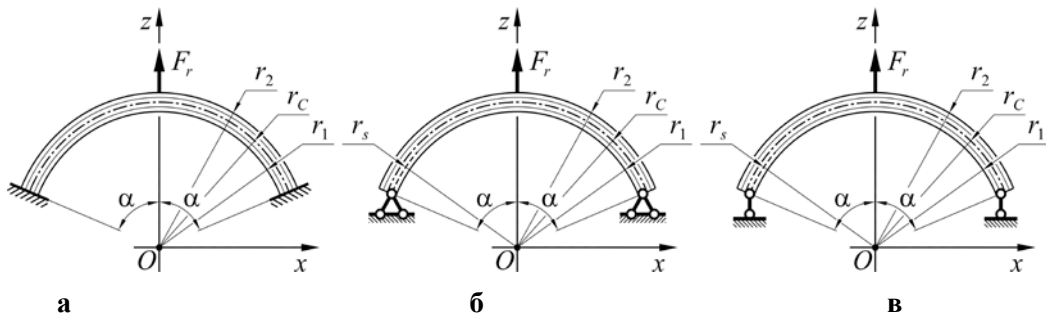


Рис. 3. Схеми закріплення суцільних арок

Джерело: авторська розробка.

Останнє співвідношення (12), по суті, є виразом для визначення прогину у середньому перерізі багатоплощинної арки згідно з гіпотезою плоских перерізів. Для одношарової арки співвідношення (3) і (6) спрощуються до такого:

$$B_0 = Eh, \quad B_1 = \frac{E(r_2^2 - r_1^2)}{2}, \quad B_{-1} = E \ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right), \quad D_{-1} = E \left(\ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right) - \frac{2h}{r_2 + r_1} \right), \quad D_0 = E \left(\ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \frac{r_2 + r_1}{2} - h \right). \quad (13)$$

Підставивши (13) до останнього виразу (12), для однорідної кругової арки прямокутного перерізу отримаємо:

$$u_r |_{\theta=0} = \frac{F_r r_C (\alpha - \sin \alpha)}{bE (2r_C \ln(r_2/r_1) - 2h)} \frac{4h(1 - \cos \alpha) - r_C \ln(r_2/r_1) \alpha (\alpha + \sin \alpha)}{4h \sin^2 \alpha - r_C \ln(r_2/r_1) \alpha (2\alpha + \sin 2\alpha)},$$

де $2r_c = r_2 + r_1$ – радіус центральної осі однорідної арки.

Суцільна арка із шарнірним нерухомим закріпленнями кінців (рис. 3, б). Для такої арки умови в перерізі $\theta = 0$ залишаються аналогічними (8) та (9). Для закріпленого перерізу $\theta = \alpha$ можна записати наступні кінематичні та статичні умови [4]:

$$u_\theta|_{\theta=\alpha, r=r_s} = 0, \quad u_r|_{\theta=\alpha, r=r_s} = 0, \quad (14)$$

$$N_\theta|_{\theta=0} (r_s \cos \alpha - r_c) - M_y|_{\theta=0} = -(F_r r_s \sin \alpha)/2. \quad (15)$$

Підставивши (5) до (14) і розв'язавши отримані рівняння сумісно із рівнянням (15) та з урахуванням (8) і (9), отримаємо наступні співвідношення для невідомих параметрів:

$$M_y|_{\theta=0} = M_c = -F_r \frac{\left(r_c r_s (B_{-1} r_s \alpha \sin 2\alpha - 2B_0 \sin^2 \alpha) + B_1 (r_s \alpha + r_c \sin \alpha) \sin \alpha - 2B_0 r_s (r_s + r_c) \cos \alpha (1 - \cos \alpha) \right)}{4B_0 r_s \sin 2\alpha - B_1 (\sin 2\alpha + 2\alpha) - 4B_{-1} r_s^2 \alpha \cos^2 \alpha},$$

$$N_\theta|_{\theta=0} = \Theta_c = F_r \frac{B_{-1} r_s^2 \alpha \sin 2\alpha + 2B_0 r_s (\cos 2\alpha - \cos \alpha) + B_1 \sin^2 \alpha}{4B_0 r_s \sin 2\alpha - B_1 (\sin 2\alpha + 2\alpha) - 4B_{-1} r_s^2 \alpha \cos^2 \alpha}, \quad (16)$$

$$u_{r11} = \frac{F_r}{2bB_0 D_0} \frac{\left(4B_0 B_1 r_s \sin \alpha (\alpha - \sin \alpha) - B_1 B_1 (\alpha^2 - \sin^2 \alpha) + B_1 B_{-1} r_s^2 \alpha (\sin 2\alpha - 2\alpha) + 4B_0^2 r_s^2 (1 - \cos \alpha)^2 \right)}{4B_0 r_s \sin 2\alpha - B_1 (\sin 2\alpha + 2\alpha) - 4B_{-1} r_s^2 \alpha \cos^2 \alpha}.$$

Суцільна арка із шарнірним рухомим закріпленням кінців (рис. 3, в). У випадку шарнірного рухомого закріплення кінців суцільної арки, статичні параметри повністю визначаються умовами рівноваги арки [4]:

$$N_\theta|_{\theta=0} = 0, \quad M_y|_{\theta=0} = (F_r r_s \sin \alpha)/2, \quad (17)$$

а радіальні та колові переміщення закріпленої точки пов'язує кінематична умова руху по горизонталі

$$u_r|_{\theta=\alpha, r=r_s} \cos \alpha - u_\theta|_{\theta=\alpha, r=r_s} \sin \alpha = 0. \quad (18)$$

Враховуючи кінематичні умови у перерізі $\theta = 0$ (8), для такого типу закріплення залишається визначити тільки параметр u_{r11} за умовою (18):

$$u_r|_{\theta=0, r=r_1} = \frac{F_r}{8bB_0 D_0} (B_1 (2\alpha - \sin 2\alpha) + 4B_0 r_s (\sin 2\alpha - 2\sin \alpha) + 4B_{-1} r_s^2 \alpha \sin^2 \alpha). \quad (19)$$

Арка з шарніром у середньому перерізі та жорстким закріпленням кінців (рис. 4, а). Для арки із шарнірним з'єднанням частин статичні і кінематичні умови в перерізі $\theta = 0$ отримані першої частині статті у такому вигляді [4]:

$$Q_r|_{\theta=0} = -R_c = -\frac{1}{2} F_r, \quad N_\theta|_{\theta=0} = \Theta_c, \quad M_y|_{\theta=0} = -\Theta_c (r_c - r_{s0}), \quad (20)$$

$$u_\theta|_{\theta=0, r=r_{s0}} = 0. \quad (21)$$

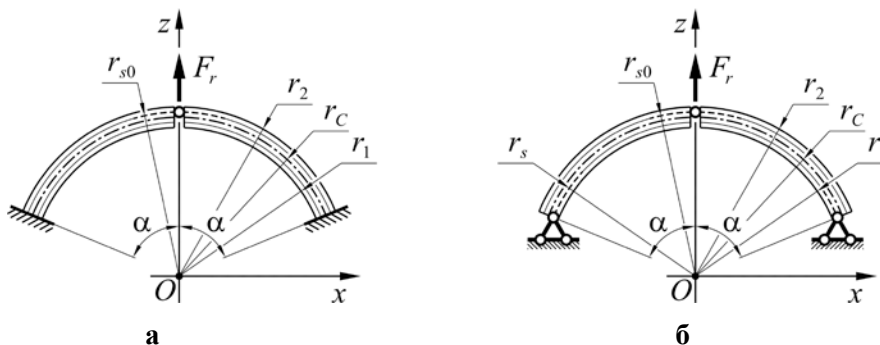


Рис. 4. Схеми закріплення арок з шарніром у середньому перерізі

Джерело: авторська розробка.

Для закріпленого торця ($\theta = \alpha$) умови будуть аналогічні (10). Підставивши (5) до (10) та (21), отримаємо чотири рівняння, розв'язання яких, урахувавши (20), дає змогу визначити невідомі статичні та кінематичні параметри

$$\begin{aligned} M_y|_{\theta=0} &= -\Theta_C (r_C - r_{s0}) = -F_r \frac{(r_C - r_{s0})(B_1 \sin^2 \alpha - 2r_{s0} B_0 (1 - \cos \alpha))}{8B_0 r_{s0} \sin \alpha - B_1 (\sin 2\alpha + 2\alpha) - 4B_{-1} r_{s0}^2 \alpha}, \\ N_\theta|_{\theta=0} &= \Theta_C = F_r \frac{(B_1 \sin^2 \alpha - 2r_{s0} B_0 (1 - \cos \alpha))}{8B_0 r_{s0} \sin \alpha - B_1 (\sin 2\alpha + 2\alpha) - 4B_{-1} r_{s0}^2 \alpha}, \\ u_{r11} &= \frac{F_r}{2bB_0 D_0} \frac{\left(4B_0 B_1 r_{s0} \sin \alpha (\alpha - \sin \alpha) - B_1^2 (\alpha^2 - \sin^2 \alpha) + \right.}{8B_0 r_{s0} \sin \alpha - B_1 (\sin 2\alpha + 2\alpha) - 4B_{-1} r_{s0}^2 \alpha} \left. + B_1 B_{-1} r_{s0}^2 \alpha (\sin 2\alpha - 2\alpha) + 4B_0^2 r_{s0}^2 (1 - \cos \alpha)^2 \right), \\ u_{\theta11} &= -\frac{F_r}{bB_0 D_0} \frac{(r_1 - r_{s0})(1 - \cos \alpha)(B_1 (B_0 (\alpha - \sin \alpha) + B_{-1} r_{s0} \alpha (1 + \cos \alpha)) - 2B_0^2 r_{s0} \sin \alpha)}{8B_0 r_{s0} \sin \alpha - B_1 (\sin 2\alpha + 2\alpha) - 4B_{-1} r_{s0}^2 \alpha}, \\ u_{\theta12} &= -\frac{F_r}{bB_0 D_0} \frac{(r_2 - r_{s0})(1 - \cos \alpha)(B_1 (B_0 (\alpha - \sin \alpha) + B_{-1} r_{s0} \alpha (1 + \cos \alpha)) - 2B_0^2 r_{s0} \sin \alpha)}{8B_0 r_{s0} \sin \alpha - B_1 (\sin 2\alpha + 2\alpha) - 4B_{-1} r_{s0}^2 \alpha}. \end{aligned} \quad (22)$$

Арка з шарніром у середньому перерізі та шарнірним нерухомим закріпленням кінців (тришарнірна арка) (рис. 4, б). Для такої арки статичні параметри повністю визначаються через умови рівноваги [4]:

$$N_\theta|_{\theta=0} = \frac{F_r r_s \sin \alpha}{2(r_{s0} - r_s \cos \alpha)}, \quad M_y|_{\theta=0} = -\frac{F_r r_s (r_C - r_{s0}) \sin \alpha}{2(r_{s0} - r_s \cos \alpha)}. \quad (23)$$

Кінематичні умови в перерізі $\theta = 0$ будуть аналогічними (20) і (21), а на торці $\theta = \alpha$ кінематичні умови аналогічні (14). Підставивши (5) до (14) отримаємо три рівняння, розв'язання яких з урахуванням першої залежності (20) та (23), дозволяє отримати невідомі кінематичні параметри:

$$\begin{aligned} u_{r11} &= \frac{F_r}{8bB_0 D_0 (r_s \cos \alpha - r_{s0})^2} \left(4B_0 r_{s0} r_s (r_s + r_{s0}) (\sin 2\alpha - 2\sin \alpha) + 4B_{-1} r_{s0}^2 r_s^2 \alpha \sin^2 \alpha + \right. \\ &\quad \left. + B_1 (4r_{s0} r_s (\sin \alpha - \alpha \cos \alpha) + (r_s^2 + r_{s0}^2) (2\alpha - \sin 2\alpha)) \right), \\ u_{\theta11} &= \frac{F_r (r_1 - r_{s0})}{4bB_0 D_0 (r_s \cos \alpha - r_{s0})^2} \left(2B_0 r_s ((r_{s0} + r_s) (\cos 2\alpha - \cos \alpha) + r_s \sin^2 \alpha) + \right. \\ &\quad \left. + B_1 \sin \alpha (r_s \alpha + r_{s0} \sin \alpha) + B_{-1} r_{s0} r_s^2 \alpha \sin 2\alpha \right), \\ u_{\theta12} &= \frac{F_r (r_2 - r_{s0})}{4bB_0 D_0 (r_s \cos \alpha - r_{s0})^2} \left(2B_0 r_s ((r_{s0} + r_s) (\cos 2\alpha - \cos \alpha) + r_s \sin^2 \alpha) + \right. \\ &\quad \left. + B_1 \sin \alpha (r_s \alpha + r_{s0} \sin \alpha) + B_{-1} r_{s0} r_s^2 \alpha \sin 2\alpha \right). \end{aligned} \quad (24)$$

Підстановка отриманих співвідношень для статичних і кінематичних параметрів до (4) та (5), дає аналітичні співвідношення для напружень та переміщень у багат шарових арках відповідної конструкції.

Результати досліджень та їх обговорення

Для апробації та перевірки правильності отриманого спрощеного розв'язку були проведені розрахунки із його застосуванням, а також із застосуванням повного розв'язку [4] для основного НДС та методу скінченних елементів (МСЕ) для композитної тришарової арки малої кривизни (рис. 5) із різними типами закріплення кінців та з'єднання її половин у середньому перерізі.

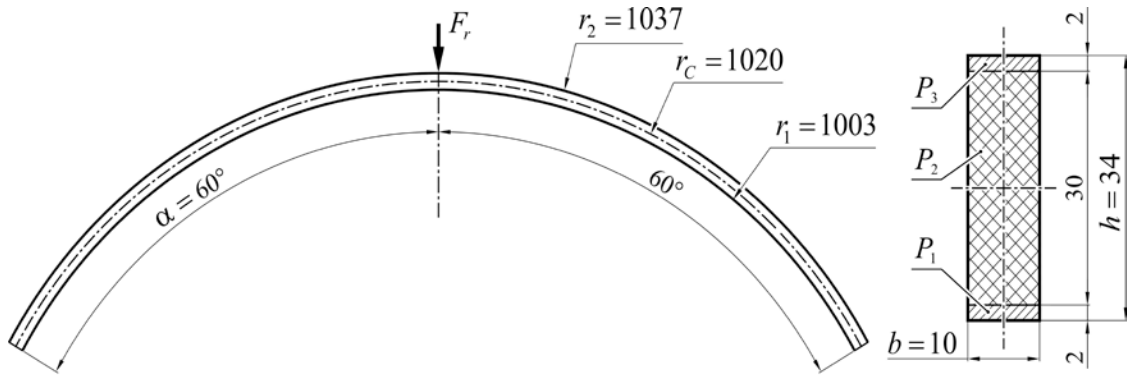


Рис. 5. Схема тришарової арки ($r_c/h = 30$) та її поперечного перерізу

Джерело: авторська розробка.

Переріз арки складається з ізотропних шарів:

- магнієвий сплав (P_1, P_3) – $E_\theta^{[1,3]} = E_r^{[1,3]} = 43 \text{ ГПа}$; $G_{r\theta}^{[1,3]} = 16 \text{ ГПа}$; $\nu_{r\theta}^{[1,3]} = \nu_{\theta r}^{[1,3]} = 0,344$;
- полікарбонат (P_2) – $E_\theta^{[2]} = E_r^{[2]} = 2,3 \text{ ГПа}$; $G_{r\theta}^{[1,3]} = 0,75 \text{ ГПа}$; $\nu_{r\theta}^{[1,3]} = \nu_{\theta r}^{[1,3]} = 0,533$.

Згідно з (1) функцією поздовжнього модуля пружності μ_θ^E для розглядуваної арки матиме наступний вигляд:

$$\mu_\theta^E = E_\theta^{[1]} (H(r-1,003) - H(r-1,005)) + E_\theta^{[2]} (H(r-1,005) - H(r-1,035)) + E_\theta^{[3]} (H(r-1,035) - H(r-1,037)). \quad (25)$$

Інтегральні характеристики жорсткості поперечного перерізу арки отримані застосуванням (25) у співвідношеннях (3) та (6):

$$\begin{aligned} B_0 &= 2,41000 \cdot 10^8 \text{ Н/м}, & B_1 &= 2,45820 \cdot 10^8 \text{ Н}, & B_{-1} &= 2,36321 \cdot 10^8 \text{ Па}, \\ D_0 &= 47362,48 \text{ Н/м}, & D_{-1} &= 46433,81 \text{ Па}. \end{aligned} \quad (26)$$

Підстановкою (25) і (26) до (4) та (5) були отримані загальні розв'язки для компонент НДС, а невідомі статичні та кінематичні параметри визначені згідно з (12), (16), (19), (22) та (24).

Такі ж арки були розраховані із застосуванням повного розв'язку для основного НДС [4] та МСЕ. В останньому випадку розрахунки були виконані в системі Femap v.10.2.0 (Siemens PLM Software). Для побудови моделі були використані плоскі трикутні елементи на зразок Plate товщиною 0,01м, орієнтовані паралельно площині арки. На межі шарів елементи були з'єднані у вузлах для забезпечення сумісності деформацій.

На прикладі тестової задачі у [4] показано, що деформації поперечного зсуву та обтиснення мають найбільший вплив на розподіл радіальних переміщень u_r . Тому тут наведемо тільки результати визначення максимального радіального переміщення нижнього волокна арки (прогину) у її середньому перерізі (табл. 1).

1. Результати визначення прогину арки в середньому перерізі

Спосіб закріплення кінців арки	Прогин арки ($-u_r _{\theta=0, r=r_1}$, мм)		
	Спрощений розв'язок	Повний розв'язок [4]	МСЕ (Plate)
Суцільна арка (рис. 3)			
Жорстке	4,170	4,506	4,486
Шарнірне нерухоме ($r_s = r_1$)	6,905	7,196	7,167
Шарнірне рухоме ($r_s = r_1$)	127,383	128,225	127,720
Арка з шарніром у середньому перерізі (рис. 4)			
Жорстке ($r_{s0} = r_2$)	11,490	12,050	11,923
Шарнірне нерухоме ($r_s = r_1, r_{s0} = r_2$)	21,989	22,323	22,117

Як свідчать дані табл. 1, для усіх способів закріплення кінців суцільної арки та арки з шарніром, застосовані методи розрахунку дають достатньо близькі результати визначення радіальних переміщень. Максимальна відсоткова різниця між спрощеним розв'язком та більш точними методами спостерігається для арки із жорстким закріпленням торців і складає 8 %. Необхідно відмітити, що для колових переміщень u_θ різниця між спрощеним та повним розв'язком відчутно нижча, а для компонент НС різниця практично відсутня.

Необхідно відмітити, що подібні до розглядуваного прикладу відношення r_c/h та l/h тришарової арки не є запорукою гарного узгодження між результатами застосування спрощеного та повного розв'язків і МСЕ. Низка додаткових розрахунків арок аналогічної будови, але з іншими матеріалами шарів, показала, що не менш важливим чинником є різниця в жорсткості матеріалів зовнішніх та середнього шарів. Наприклад, у разі заміни матеріалу зовнішніх шарів з магнієвого сплаву на сталь ($E_\theta^{[1,3]} = E_r^{[1,3]} = 200 \text{ ГПа}$; $G_{r\theta}^{[1,3]} = 80 \text{ ГПа}$; $\nu_{r\theta}^{[1,3]} = \nu_{\theta r}^{[1,3]} = 0,25$) різниця між величиною прогину за спрощеним та повним розв'язком для арки із жорстким закріпленням кінців зростає до 34 %. А заміна середнього шару із полікарбонату на більш піддатливий пінополістирол ($E_\theta^{[2]} = E_r^{[2]} = 127 \text{ МПа}$; $G_{r\theta}^{[2]} = 49,9 \text{ МПа}$; $\nu_{r\theta}^{[2]} = \nu_{\theta r}^{[2]} = 0,27$) призводить до збільшення відсоткової різниці за прогином до 105 %. Однак в обох випадках різниця між значеннями напружень, отриманими за спрощеним та повним розв'язком, не перевищувала 3 %. Водночас різниця між результатами визначення і переміщень, і напружень, за виключенням невеликих ділянок поблизу точки прикладання сили та закріплення для повного розв'язку [4] та МСЕ залишалася незначною.

Висновки

Отже, на основі розв'язку теорії пружності для багатошарового бруса з круговою віссю та навантаженнями на вільному торці, із застосуванням гіпотези плоских перерізів побудовано спрощений аналітичний розв'язок для задачі згину багатошарової симетричної кругової арки під дією зосередженої нормальної сили в середньому перерізі. Розв'язок дає змогу визначати основний НДС довгих багатошарових арок малої кривизни із довільною кількістю ортотропних шарів та довільним центральним кутом. Із застосуванням побудованого розв'язку отримані завершені співвідношення для невідомих статичних і кінематичних параметрів для основних типів закріплення кінців суцільних багатошарових арок та арок із шарніром у середньому перерізі. Застосування співвідношень побудованого спрощеного розв'язку для тестової задачі визначення НДС довгої тришарової арки малої кривизни ($l/h \approx 63$, $r_c/h = 30$) показали, що у разі відносно невеликої різниці між жорсткістю ізотропних матеріалів шарів (у розглянутому прикладі $E_\theta^{[1,3]}/E_\theta^{[2]} \approx 19$) спрощений та повний розв'язки і МСЕ дають схожі результати при визначенні напружень та переміщень. У разі значної різниці між жорсткістю ізотропних матеріалів шарів (розглянуто випадки $E_\theta^{[1,3]}/E_\theta^{[2]} \approx 87$ та $E_\theta^{[1,3]}/E_\theta^{[2]} \approx 339$), спрощений розв'язок дає прийнятні за точністю результати по визначенню напружень, однак не може бути застосований для визначення переміщень. Побудований розв'язок може бути застосований для визначення НС довгих багатошарових арок малої кривизни, однак достовірне визначення переміщень із його застосуванням має певні обмеження, чітке встановлення яких потребує проведення додаткових досліджень.

References

1. Vasilev, V. V. (1988). *Mehanika konstruktsiy iz kompozitsionnykh materialov*. Moskva: Mashinostroenie [In Russian].
2. Goldenveyzer, A. L (1976). *Teoriya uprugih tonkih obolochek*. Moskva: Nauka [In Russian].
3. Vasilev, V. V., & Tarnopolskij, Yu. M. (Eds.). (1990) *Kompozitsionnye materialy: Spravochnik*. Moskva: Mashinostroenie [In Russian].
4. Kovalchuk, S. B., & Horyk, O. V. (2019). Analitichnyi rozv'iazok zadachi zhynu bahatosharovoi symetrychnoi kruhovoї arky pid diieiu normalnoi syly u serednomu pererizi. Povidomlennia 1. Arky velykoi kryvyzny. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (2), 270–283. doi: 10.31210/visnyk2019.02.36 [In Ukrainian].
5. Koval'chuk, S., & Goryk, A. (2019). Basic stress-strain state of a multilayer circular ring under the ac-

- tion of mutually opposite normal forces. *Mechanics And Mathematical Method*, 1 (1), 56–71. doi: 10.31650/2618-0650-2019-1-1-56-71.
6. Lekhnitskii, S. G. (1977). *Teoriya uprugosti anizotropnogo tela*. Moskva: Nauka [In Russian].
7. Timoshenko, S. P. (1975). *Prochnost i kolebaniya elementov konstruktsiy*. Moskva: Nauka [In Russian].
8. Shvabiuk, V. I., Rotko, S. V. (2015). *Liniine deformuvannia, mitsnist ta stiikist kompozytnykh obolonok serednoi tovshchyny: monohrafiia*. Lutsk: RVV LNTU [In Ukrainian].
9. Ascione, L., & Fraternali, F. (1992). A penalty model for the analysis of curved composite beams. *Computers & Structures*, 45 (5–6), 985–999. doi: 10.1016/0045-7949(92)90057-7.
10. Dryden, J. (2007). Bending of inhomogeneous curved bars. *International Journal of Solids and Structures*, 44 (11–12), 4158–4166. doi: 10.1016/j.ijsolstr.2006.11.021.
11. Kardomateas, G. A. (1990). Bending of a cylindrically orthotropic curved beam with linearly distributed elastic constants. *The Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics*, 43 (1), 43–55. doi: 10.1093/qjmam/43.1.43.
12. Kardomateas, G. A. (1991). End force loading of generally anisotropic curved beams with linearly varying elastic constants. *International Journal of Solids and Structures*, 27 (1), 59–71. doi: 10.1016/0020-7683(91)90145-6.
13. Ko, W. L., & Jackson, R. H. (1989). Multilayer Theory for Delamination Analysis of a Composite Curved Bar Subjected to End Forces and End Moments. *Composite Structures* 5, 173–198. doi: 10.1007/978-94-009-1125-3_7.
14. Koval'chuk, S. B., & Goryk, A. V. (2018). Elasticity theory solution of the problem on bending of a narrow multilayer cantilever with a circular axis by loads at its end. *Mechanics of Composite Materials*, 54 (5), 605–620. doi: 10.1007/s11029-018-9768-y.
15. Lekhnitskii, S. G. (1979). On the bending of a plane inhomogeneous curved beam. *Journal of Applied Mathematics and Mechanics*, 43 (1), 198–200. doi: 10.1016/0021-8928(79)90142-4.
16. Lin, K. C., & Hsieh, C. M. (2007). The closed form general solutions of 2-D curved laminated beams of variable curvatures. *Composite Structures*, 79 (4), 606–618. doi: 10.1016/j.compstruct.2006.02.027.
17. Luu, A.-T., Kim, N.-I., & Lee, J. (2015). Bending and buckling of general laminated curved beams using NURBS-based isogeometric analysis. *European Journal of Mechanics – A/Solids*, 54, 218–231. doi: 10.1016/j.euromechsol.2015.07.006.
18. Thurnherr, C., Groh, R. M. J., Ermanni, P., & Weaver, P. M. (2016). Higher-order beam model for stress predictions in curved beams made from anisotropic materials. *International Journal of Solids and Structures*, 97–98, 16–28. doi: 10.1016/j.ijsolstr.2016.08.004.
19. Tolf, G. (1983). Stresses in a curved laminated beam. *Fibre Science and Technology*, 19 (4), 243–267. doi:10.1016/0015-0568(83)90012-x.
20. Tufekci, E., Eroglu, U., & Aya, S. A. (2016). Exact solution for in-plane static problems of circular beams made of functionally graded materials. *Mechanics Based Design of Structures and Machines*, 44 (4), 476–494. doi: 10.1080/15397734.2015.1121398
21. Tutuncu, N. (1998). Plane Stress Analysis of End-Loaded Orthotropic Curved Beams of Constant Thickness With Applications to Full Rings. *Journal of Mechanical Design*, 120 (2), 368–374. doi: 10.1115/1.2826983.
22. Wang, M., & Liu, Y. (2013). Elasticity solutions for orthotropic functionally graded curved beams. *European Journal of Mechanics – A/Solids*, 37, 8–16. doi: 10.1016/j.euromechsol.2012.04.005.

Стаття надійшла до редакції 03.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ковальчук С. Б., Горик О. В. Аналітичний розв'язок задачі згину багат шарової симетричної кругової арки під дією нормальної сили у середньому перерізі. Повідомлення 2. Арки малої кривизни. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 256–266.

© Ковальчук Станіслав Богданович, Горик Олексій Володимирович, 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 60x90/8. Ум. друк. арк. 16,6. Тираж 300 пр. Зам. № 106.
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.

